

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-202921
(43)Date of publication of application : 30.07.1999

(51)Int.Cl. G05B 19/414
B25J 13/00
G05B 19/18

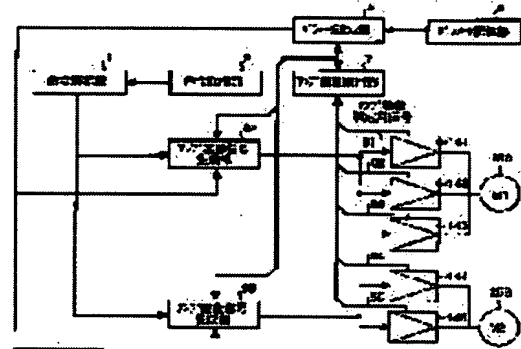
(21)Application number : 10-005452 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP
(22)Date of filing : 14.01.1998 (72)Inventor : ISHIKAWA TAKABUMI

(54) MOTOR CONTROLLER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a motor controller which enables a user to optionally and efficiently vary operation parameters of a motor according to a desired motor system to be structured and has the superior maintainability and cost performance.

SOLUTION: This controller is a motor controller which controls at least one motor 25A or 25B. The controller is provided with an amplifier connection part which can connect the outputs of amplifiers 141 to 145 for supplying an electric power signal for driving the motor to the motor to the input signal system of the motor. The amplifier connection part has such a structure that the amplifiers can be freely attached and detached and the output of at least one mounted amplifier is connected to the input signal system of the motor while made to correspond to the motor.



LEGAL STATUS

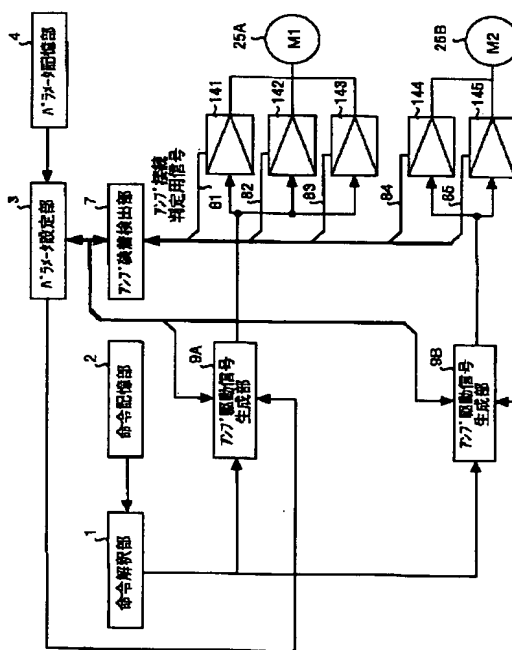
[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(11)特許出願公開番号

N

z

W



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一つのモータを制御するモータ制御装置であって、

前記モータを駆動する電力信号を前記モータに供給するためのアンプの出力を前記モータの入力信号系に接続可能なアンプ接続部を有し、

前記アンプ接続部は、前記アンプを着脱自在とする構造を有し、装着された少なくとも一つの前記アンプの出力を前記モータの入力信号系に前記モータに対応づけて接続することを特徴とするモータ制御装置。

【請求項2】 前記アンプの出力と前記モータの入力信号系との接続状態を検知する検知手段と、前記検知手段の検知出力に応じて前記モータの動作パラメータを変更させる制御手段とをさらに有することを特徴とする請求項1に記載のモータ制御装置。

【請求項3】 少なくとも一つのモータを制御するモータ制御装置であって、

前記モータを駆動する電力信号を前記モータに供給するための複数のアンプと、

前記アンプの出力と前記モータの入力信号系との接続関係を切り換える切換手段と、

前記切換手段をして前記接続関係を設定せしめる設定手段と、

を有することを特徴とするモータ制御装置。

【請求項4】 前記設定手段による設定内容に応じて前記モータの動作パラメータを設定する制御手段をさらに有することを特徴とする請求項3に記載のモータ制御装置。

【請求項5】 前記動作パラメータを告知する手段を有することを特徴とする請求項4に記載のモータ制御装置。

【請求項6】 前記設定手段による前記切換手段の前記接続関係切換後に前記アンプの出力と前記モータの入力信号系との実際の接続関係を検査する検査手段をさらに有することを特徴とする請求項3～5のいずれか一つに記載のモータ制御装置。

【請求項7】 前記検査手段による検査結果に基づいて前記設定手段による設定内容の評価を行う評価手段をさらに有することを特徴とする請求項6に記載のモータ制御装置。

【請求項8】 少なくとも一つのモータを制御するモータ制御装置であって、

前記モータを駆動する電力信号を前記モータに供給するための複数のアンプと、

前記アンプの出力と前記モータの入力信号系との接続関係を切り換える手動スイッチと、

を有することを特徴とするモータ制御装置。

【請求項9】 前記アンプの出力と前記モータの入力信号系との接続状態を検知する検知手段と、前記検知手段の検知出力に応じて前記モータの動作パラメータを変更

させる制御手段とをさらに有することを特徴とする請求項8に記載のモータ制御装置。

【請求項10】 前記手動スイッチによる前記接続関係切換後に前記アンプの出力と前記モータの入力信号系との実際の接続関係を検査する検査手段をさらに有することを特徴とする請求項8または9に記載のモータ制御装置。

【請求項11】 前記検査手段による検査結果に基づいて前記手動スイッチの設定内容の評価を行う評価手段をさらに有することを特徴とする請求項10に記載のモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ロボットシステム等に用いられるモータ制御装置に関し、特に一つのモータを複数のアンプによって駆動制御することの可能ないわゆる並列冗長アンプ駆動型のモータ制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図22は、かかるモータ制御装置としての従来のロボット制御装置におけるモータ駆動系の概略的機能ブロックを示している。

【0003】図22において、命令記憶部2は、このロボットの為すべき動作を記述したプログラム形式の命令コードを記憶し、その記憶内容は、命令解釈部1によって読み出される。命令解釈部1は、命令記憶部2から順次読み取った命令コードを逐次解釈（解読）する。命令解釈部1は、その解読結果に対応する指令信号を生成し、アンプ制御部6に供給する。

【0004】アンプ制御部6は、かかる指令信号に応じたアンプ駆動信号をアンプ141、142および143に供給する。アンプ141～143は、アンプ制御部6からの駆動信号に応じて、それぞれモータ251、252および253に対して電力信号を発生する。モータ251～253は、それぞれ供給された電力信号に応じて回転し、当該ロボットを動作させる。

【0005】このようなロボット制御装置によれば、図23にその外観が示される如き垂直多関節型のロボットを制御することができる。図23においては5軸のモータにて動作するロボットが示されているが、図22に示される一つのアンプと一つのモータとの構成を5軸モータそれぞれに対応づけて適用することで、かかるロボットの駆動が実現される。この場合、図22に示されるロボット制御装置の構成においては、モータ251～253のそれぞれの容量（定格出力または最大出力）に適した容量のアンプ141～143をそれぞれモータに対応させて使用するようにしていた。

【0006】例えば、5軸のロボットを動作させる場合、1軸モータが120W、2軸モータが160W、3軸モータが120W、4軸モータが80W、5軸モータ

が40Wの定格出力を有するものとする、これらモータを駆動するアンプもそれぞれ定格120W、160W、120W、80W、40Wのアンプが合計5つ、種類にして4つのものを用意する必要がある。

【0007】図24は、特開昭60-102878号公報に開示された「並列冗長同期運転方式インバータ装置」の基本的構成を示している。

【0008】図24において、アンプ制御部6は、アンプ141~143にアンプ駆動信号を供給する。アンプ141~143は、供給された駆動信号を増幅してその増幅出力信号をそれぞれ電流検出器241~243およびスイッチ391~393を介して一つのモータ25に供給する。電流検出器241~243は、各アンプの出力電流を検出しその検出信号をアンプ制御部6に供給する。

【0009】アンプ制御部6は、かかる検出信号に基づいてスイッチ制御部38への指令信号を発する。スイッチ制御部38は、アンプ制御部6からの指令信号にตอบสนองしてスイッチ391~393を制御する。スイッチ391~393は、スイッチ制御部38からの制御信号によって、アンプ141~143からの電力信号をモータ25に供給したり遮断したりする。

【0010】つぎに、この装置の動作について説明する。この並列冗長同期運転方式インバータ装置では、3個のアンプ141~143が並列接続されており、これらアンプのそれぞれは、一つのアンプ制御部6からのアンプ駆動信号を増幅する同期並列運転であり、複数のアンプで一つのモータ25を駆動するようにしている。この装置はまた、アンプ制御部6が電流検出器241~243の検出出力を逐次監視しており、並列運転しているアンプ141~143のうちのどれか一つでも過大な電流が流れると、スイッチ制御部38がスイッチ391~393を全て遮断させる如く動作する。

【0011】これ以外にも、本発明に関連する参考技術としては、特開平6-217553号公報に開示された「インバータ装置」がある。

【0012】図25は、図22に示した従来のロボット制御装置において、従来のモータ毎に設けられる個別容量アンプの構成に代えて、図24に示した並列冗長同期運転方式インバータ装置によるアンプの構成を組み合わせたロボット制御装置の構成を示している。

【0013】図25において、命令記憶部2、命令解釈部1およびアンプ制御部6は、先の図24に示すものと等価な機能を担う。

【0014】この構成の特徴は、図24に示されるアンプの構成を定格の異なるモータのそれぞれにつき採用している点である。すなわち、例えば120W定格のモータ25Aを駆動する系としては、3つの並列接続アンプ141~143とこれら出力の電流検出器241~243とその後段スイッチ391~393とスイッチ制御部

38Aとによって構成され、例えば80W定格のモータ25Bを駆動する系としては、2つの並列接続アンプ144および145とこれら出力の電流検出器244および245とその後段スイッチ394および395とスイッチ制御部38Bとによって構成される。電流検出器241~243による検出信号と電流検出器244および245による検出信号は、それぞれアンプ制御部6に供給され、アンプ制御部6は、各検出信号に基づいてスイッチ制御部38Aおよび38Bにそれぞれ指令信号を発する。

【0015】つぎに、この装置の動作について説明する。図25に示された装置では、モータ容量が120Wと80Wの2種類あるが、アンプ141~145の各容量は40Wに統一されており、これらをモータの駆動系毎に並列運転させることによってモータ25Aおよび25Bを駆動している。また、アンプ制御部6は、電流検出器241~245を逐次監視しており、並列運転しているアンプ141~145のうちのどれかひとつでも過大な電流が流れると、当該アンプに対応する駆動系のスイッチ制御部38Aまたは38Bがスイッチ391~393またはスイッチ394および395を全て遮断するよう動作せしめる。

【0016】図22に示した従来技術によるロボット制御装置においては、それぞれモータによって容量（定格出力または最大出力）を変える必要のあるアンプを用意しなければならないという課題がある。この課題を解決する方策としては、図22に示した従来技術のロボット制御装置と図24に示した並列冗長同期運転方式インバータ装置とを組み合わせ、図25に示したロボット制御装置を実現することが考えられる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】従来の図22に示したロボット制御装置では、ロボット本体に取り付けられている各軸用のモータの容量（定格出力または最大出力）が統一されていない場合には、それを動作させるアンプもそれに合わせてモータの容量毎に別々の種類のものを設計、製作する必要がある。

【0018】また、容量別でアンプを製作すると、製造や流通上のいわゆるロットが大きくなりコストダウンを図ることが困難であった。

【0019】また、ロボットシステムを構築せんとする客先において不具合が発生した場合に対処するためにサービスセンター等において代替するためのアンプの在庫を持つのが一般的であるが、この場合において、アンプが容量別に扱われる必要があるため、当該在庫アンプの種類を統一することができない故にその管理コストの削減に不利であった。

【0020】さらに、アンプが容量別に扱われることは、実際のメンテナンス時において多くのアンプをロボットシステムまで持ち込まなければならない場合が多く

不便である、という側面もある。

【0021】そして、アンプの種類を多く扱うことは、ロボットのメンテナンスをする者にとっては当該アンプの取り扱いをしてしまうなどのトラブルが発生し易く、その都度再メンテナンスする必要性を生じてしまう。

【0022】また、ロボット制御装置は、価格抑制等の面から汎用的に設計される必要がある一方で、相当に高い動作速度能力を要求する軸を持たせるような一部ユーザによるロボットシステムにも適用可能なように設計されるが、この場合、他のユーザにしてみれば、ロボット制御装置におけるモータに対する動作パラメータを変更することによってしか当該モータに係る動作速度を落とすことができないため、多くのユーザにとっては無駄なコストをロボット制御装置にかけなければならない、といった状況を生じている。

【0023】また、例えば図25に示したロボット制御装置において適用されるアンプを十分大なる容量のアンプで統一した場合には、アンプの種類は1種類になってかつ全モータを動作させることが可能であるが、この場合は、最もコスト高のアンプにて統一されるためにロボットシステム全体の価格がさらに上昇してしまう、という欠点があった。

【0024】さらに、従来における図22に示したロボット制御装置と図24に示した並列冗長同期運転方式インバータ装置とを組み合わせると図25に示したロボット制御装置を構成し、同一容量のアンプにて異なる容量のモータを動作させることは可能であるが、図25に示したロボット制御装置においては、アンプの数を増減させるためのアンプ接続方法や手段だけでなく、各モータに対する適正な動作パラメータを変更する方法や手段についてユーザに一切示されないために、ユーザにとってはロボット制御装置における配線方法からパラメータ変更等の設定更新の作業の詳細を全て熟知していないと、当該ロボット制御装置の性能の変更を的確に行うことができない、という問題点があった。

【0025】しかも、同一のロボット制御装置では、アンプの容量がモータ別に決められていたため、そのコントローラに対応する本体1種類しか動作させることができなかった。

【0026】本発明は、上述したような問題点に鑑みてなされたものであり、ユーザが構築したいモータシステムに合わせてモータの動作パラメータを任意にかつ効率良く変更することができしかもメンテナンス性とコストパフォーマンスとに優れたモータ制御装置を得ることを目的とする。

【0027】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、この発明によるモータ制御装置は、少なくとも一つのモータを制御するモータ制御装置であって、前記モータを駆動する電力信号を前記モータに供給するための

アンプの出力を前記モータの入力信号系に接続可能なアンプ接続部を有し、前記アンプ接続部は、前記アンプを着脱自在とする構造を有し、装着された少なくとも一つの前記アンプの出力を前記モータの入力信号系に前記モータに対応づけて接続することを特徴としている。これによれば、アンプの着脱自在なアンプ接続部にモータに対応づけて接続されたアンプの数によって当該モータの動作パラメータが変更される。

【0028】つぎの発明によるモータ制御装置は、前記アンプの出力と前記モータの入力信号系との接続状態を検知する検知手段と、前記検知手段の検知出力に応じて前記モータの動作パラメータを変更させる制御手段とをさらに有することを特徴としている。これによれば、検知されたアンプの出力とモータの入力信号系との接続状態に応じてモータの動作パラメータが変更され、モータに適した所望のモータ駆動制御が行われる。

【0029】つぎの発明によるモータ制御装置は、少なくとも一つのモータを制御するモータ制御装置であって、前記モータを駆動する電力信号を前記モータに供給するための複数のアンプと、前記アンプの出力と前記モータの入力信号系との接続関係を切り換える切換手段と、前記切換手段をして前記接続関係を設定せしめる設定手段と、を有することを特徴としている。これによれば、設定手段によりモータに対応するアンプおよびその数が設定されてモータとアンプとの接続関係が定められる。

【0030】つぎの発明によるモータ制御装置は、前記設定手段による設定内容に応じて前記モータの動作パラメータを設定する制御手段をさらに有することを特徴としている。これによれば、設定されたアンプの出力とモータの入力信号系との接続状態に応じてモータの動作パラメータが変更され、モータに適した所望のモータ駆動制御が行われる。

【0031】つぎの発明によるモータ制御装置は、前記動作パラメータを告知する手段を有することを特徴としている。これによれば、モータの動作パラメータが告知され、ユーザの設定動作が支援される。

【0032】つぎの発明によるモータ制御装置は、前記設定手段による前記切換手段の前記接続関係切換後に前記アンプの出力と前記モータの入力信号系との実際の接続関係を検査する検査手段をさらに有することを特徴としている。これによれば、モータとアンプとの実際の接続関係に基づいて適正に当該モータが駆動制御される。

【0033】つぎの発明によるモータ制御装置は、前記検査手段による検査結果に基づいて前記設定手段による設定内容の評価を行う評価手段をさらに有することを特徴としている。これによれば、設定された内容が実際上不適格であるか否かが判断され、モータとアンプとの実際の接続関係に基づいた適正なモータ駆動制御がなされる。

【0034】つぎの発明によるモータ制御装置は、少なくとも一つのモータを制御するモータ制御装置であって、前記モータを駆動する電力信号を前記モータに供給するための複数のアンプと、前記アンプの出力と前記モータの入力信号系との接続関係を切り換える手動スイッチと、を有することを特徴としている。これによれば、手動スイッチによりモータに対応するアンプおよびその数が設定されてモータとアンプとの接続関係が定められる。

【0035】つぎの発明によるモータ制御装置は、前記アンプの出力と前記モータの入力信号系との接続状態を検知する検知手段と、前記検知手段の検知出力に応じて前記モータの動作パラメータを変更させる制御手段とをさらに有することを特徴としている。これによれば、手動設定されたアンプの出力とモータの入力信号系との接続状態に応じてモータの動作パラメータが変更され、モータに適した所望のモータ駆動制御が行われる。

【0036】つぎの発明によるモータ制御装置は、前記手動スイッチによる前記接続関係切換え後に前記アンプの出力と前記モータの入力信号系との実際の接続関係を検査する検査手段をさらに有することを特徴としている。これによれば、モータとアンプとの実際の接続関係に基づいて適正に当該モータが駆動制御される。

【0037】つぎの発明によるモータ制御装置は、前記検査手段による検査結果に基づいて前記手動スイッチの設定内容の評価を行う評価手段をさらに有することを特徴としている。これによれば、手動設定された内容が実際上不適格であるか否かが判断され、モータとアンプとの実際の接続関係に基づいて適正なモータ駆動制御がなされる。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るモータ制御装置の実施の形態を図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0039】実施の形態1。図1は、本発明の実施の形態1による、ロボット制御装置に適用されたモータ制御装置の機能ブロックを示し、図2は、かかる装置のより詳細なハードウェア構成を示している。

【0040】図1において、命令記憶部2は、このロボットシステムのなすべき動作を記述したプログラムとして各命令コードを記憶している。命令解釈部1は、命令記憶部2において記憶されている命令コードを順次読み出し、これらを逐次解釈（解読）し、その解読結果に応じた指令信号を発生する。この指令信号は、アンプ駆動信号生成部9Aおよび9Bに供給される。アンプ駆動信号生成部9Aおよび9Bは、駆動すべき例えば2つ軸に対応するモータ25Aおよび25Bに対応して設けられる。

【0041】アンプ駆動信号生成部9Aは、モータ25Aに駆動電力を供給する例えば3つの並列接続アンプ141～143の入力信号すなわちアンプ駆動信号を生成

する。アンプ駆動信号生成部9Bは、モータ25Bに駆動電力を供給する例えば2つの並列接続アンプ144および145の入力信号すなわちアンプ駆動信号を生成する。アンプ141～143の各出力は共通接続され、これらアンプによる電力の合成出力が電力信号としてモータ25Aに供給される。また、アンプ144および145の各出力も共通接続され、これらアンプによる電力の合成出力も電力信号としてモータ25Bに供給される。

【0042】パラメータ記憶部4は、本ロボットの動作態様を制御するために必要な位置ゲイン、速度ゲイン等のパラメータを記憶する。パラメータ記憶部4において記憶されているロボットの動作に必要なパラメータは、適宜読み出され、パラメータ設定部3により変更が施されたり、アンプ駆動信号生成部9Aや9Bに対しての設定がなされる。

【0043】モータ駆動アンプ141～145からは、当該アンプがどのモータ（本例ではモータ25Aかまたはモータ25B）に接続されているかを表すための情報を担うアンプ接続判定用信号81～85が導出される。これらアンプ接続判定用信号は、アンプ装着検出部7に供給され、アンプ装着検出部7は、アンプ接続判定用信号81～85が示す情報を取り込む機能を持つ。アンプ装着検出部7は、取り込んだアンプ接続情報をパラメータ設定部3やアンプ駆動信号生成部9Aおよび9Bに送って後述されるパラメータ変更処理を行う。

【0044】図1に示される機能ブロックは、アンプ装着検出部7を除き、図2に示されるハードウェアによって具体的に構成することができる。

【0045】図2において、参照符号50は、ロボット制御装置のCPUであり、命令解釈部1およびパラメータ設定部3その他の機能を担う。このCPU50が動作するためのプログラムは、ROM51に格納され、RAM52は、CPU50が当該プログラムの処理を実行する際に用いられる。ROM51は、命令記憶部2に相当し、RAM52は、パラメータ記憶部4に相当する。

【0046】CPU50から出力されるモータ制御のための指令信号は、PWM（パルス幅変調）ジェネレータ53Aおよび53Bに供給される。PWMジェネレータ53Aおよび53Bは、上記アンプ駆動信号生成部9Aおよび9Bに相当し、対応するアンプを駆動させるPWMパルス列信号を発生させる。かかるパルス列信号は、当該ジェネレータの入力信号に応じたパルス幅を有する。

【0047】また、図1におけるアンプ装着検出部7の詳細な構成は、図3に示される。図3において、アンプ装着検出部7は、ビットデータすなわち論理値0および1をとりうる2値化信号を出力するためのバッファIC32と、ロジック回路用の電源である5V電源33と、バッファIC32の各入力信号線を個々に高（H）レベル（論理値1）に初期値として設定するために5V電源

33と当該入力信号線との間に接続されるブルアップ抵抗34とによって構成される。

【0048】バッファIC32の入力信号線はまた、コネクタ35の端子にそれぞれ接続されており、かかるコネクタ35は、アンブ141～145側の端子を担うコネクタ14Tと結合される。図4に示されるように、ロボット制御装置には複数のアンブを個々に収納可能なスロットが形成されており、アンブ接続部として、例えば、かかるスロットのアンブ担持部にコネクタ35が設けられ、スロットにアンブを差し込むことにより当該アンブのコネクタ14Tと制御部すなわちアンブ装着検出部7側のコネクタ35とが着脱自在となり両者の端子どうしの電氣的結合が可能となっている。

【0049】コネクタ14Tは、当該アンブ内において5V電源33の基準電位に相当する0V（グラウンド）36に接続される端子を担っている。従って、アンブがロボット制御装置のスロット内に取り付けられたときには、かかる基準電位の信号がコネクタ35に設けられた対応する端子を介してバッファIC32の入力信号線に導かれることとなる。すなわち、コネクタ35は、アンブが当該コネクタ端子において接続されているか否かを監視するための接続状態監視用ピンを担うものである。

【0050】バッファIC32は、その入出力間の中継すなわち入力信号の出力に対するゲート制御をなすための制御端子Gを有し、この端子には、アンブのコネクタ14Tとコネクタ35との接続関係を検知せんとする際にバッファIC32のゲートを開くためのアンブ装着状態リード用信号37が供給される。アンブ装着状態リード用信号37は、その信号に基づいた設定処理を行うパラメータ設定部3すなわちCPU50より発せられる。

【0051】なお、バッファIC32の各入力信号は、図1における各アンブから導出されるアンブ接続判定用信号81～85に相当する。

【0052】つぎに、上述の如く構成されるロボット制御装置の動作を、図5および図6のフローチャートを参照して説明する。

【0053】図5において、ステップS101では、ユーザによってなされたアンブ装着の状態を示す情報がアンブ装着検出部7からパラメータ設定部3により読み込まれる。より詳しくは、ユーザがロボット制御装置に設けられているスロット（アンブ装着用取り付け手段すなわちアンブ接続部）に対して任意にアンブを脱着すると、上述から分かるように、そのアンブとスロットとの取り付け状態に応じて、コネクタ35の接続状態監視用ピンに1か0かのビットデータを示すアンブ接続判定用信号81～85が現れることとなる。

【0054】このアンブ接続判定用信号81～85は、CPU50によって上記アンブ装着状態リード用信号37が低レベルとされることにより、アンブ装着検出部7のバッファIC32に取り込まれる。そして、パラメー

タ設定部50としてのCPU50が、バッファIC32の出力すなわち、アンブ接続判定用信号81～85が示すデータを読み込むことによって、各スロットにアンブがいくつ接続されているか、どのスロットにアンブが接続されているかを判定することができる。

【0055】パラメータ設定部3は、アンブ接続判定用信号81～85のデータ内容をパラメータ記憶部4としてのRAM52へ記憶することにより、後続の処理に対応させる。これによりパラメータ設定部3は、必要に応じて現在のアンブの接続関係を知ることができ、後述のステップS103におけるモータ駆動系の動作パラメータの変更が可能となる。

【0056】なお、モータとスロットの対応関係は、予め決定されている。例えば、5軸のロボットを動作させるロボット制御装置においては、1軸用モータにはスロット1から3が対応し、2軸用モータにはスロット4から6が対応し、3軸用モータにはスロット7から9が対応し、4軸用モータにはスロット10および11が対応し、5軸用モータにはスロット12および13が対応すべきものとした関係の情報がパラメータ設定部3すなわちCPU50には認識されているのである。

【0057】アンブとスロットとの接続状態ないしは接続関係の判定態様につき詳述すると、図3に示される如きアンブ装着検出部7は、つぎの表1に示されるような、アンブ装着状態に対するバッファ出力ビットの対応付けにて設計される。

【0058】

【表1】

| ビット | アンブ |
|-----|--------|
| 0 | アンブ装着 |
| 1 | アンブ未装着 |

【0059】これによれば、例えば、図3に示される如きバッファIC32の入力端であるIN0からIN2は、それぞれ出力側のビット0から2に対応しており、かかる入力端子IN1およびIN2がアンブに接続された場合、対応するコネクタ35の状態監視ピンは、同対応するアンブ側のコネクタ14Tの各状態ピンと導通されることとなる。ここで、アンブ側の状態ピンは、0Vのグラウンド36に接続されているので、バッファ入力端子IN1およびIN2にはレベル0V、すなわち論理値0の信号が入力される。

【0060】一方、バッファ入力端子IN0にアンブが接続されていないとすると、当該入力端子に対応するブルアップ抵抗34があるために、供給される信号のレベルは論理値1となる。

【0061】バッファIC32は、入力信号レベルをそのまま出力する動作をなすICであるため、出力側の

ビット0から2は、それぞれ順に1、0、0の論理値が出力されることとなる。図3においては、3つのアンプ接続端を有するアンプ接続部を示しているが、これ以上の数のアンプ接続端を有するアンプ接続部も同様のビット対応付けにて構成される。

【0062】ここで、例えば、5軸のロボットを動作させる場合、ロボット本体の各モータの容量（定格または最大消費電力）がそれぞれ1軸モータが120W、2軸モータが160W、3軸モータが120W、4軸モータが80W、5軸モータが40Wであるとする、使用する統一アンプの容量（定格出力または最大出力）を40Wならば、各モータの容量に応じた数の合計である最大アンプ装着数は13個である。

【0063】しかしながら、この装置によれば、ユーザにより任意かつ容易にアンプを装着したり外したりすることができる。すなわち、実際に必要とされる容量がロボットに要求される動作速度からして小さくて良いときには、ユーザは例えば1軸モータ駆動アンプが2つで80W、2軸モータ駆動アンプが3つで120W、3軸モータ駆動アンプが3つで120W、4軸モータ駆動アンプが2つで80W、5軸モータ駆動アンプが一つで40Wに設定することができる訳であるから、ユーザの簡単な判断で適宜アンプをロボット制御装置に対してモータ毎に当該モータに適した数となるよう着脱することによって、使用するアンプ数を11個に抑えることができ、もって無駄なアンプの数量を削減することが可能となる。

【0064】再び図4に戻り、ステップS102では、ステップS101によって得たアンプとスロットとの接続関係をアンプ駆動信号生成部9Aおよび9Bへ伝える処理が行われる。これは、パラメータ設定部3としてのCPU50がパラメータ記憶部4としてのRAM52からステップS101で記憶した情報を読み出してアンプ*

* 駆動信号生成部9Aおよび9BとしてのPWMジェネレータ53Aおよび53Bに送ることによって達成される。これにより、アンプ駆動信号生成部9Aおよび9Bがその接続関係の情報に適應した増幅動作をアンプ141ないし145に行わせることができる。

【0065】ステップS103では、ステップS101によって得たアンプとスロットとの接続関係に基づいて、以下のようなパラメータ変更処理を行う。

【0066】いま、図1に示されている状態とは異なっており、モータ25Aには2つのアンプだけが接続されていることがアンプ駆動信号生成部9Aに検知されているものとする。

【0067】ここで、モータ25Aは、3つのアンプ141～143が接続されることによって、初めて当該モータに持ちうる最大能力を出力することができるものとする。しかし、図1においては例えばアンプ141および142だけが接続されていると、アンプ141および142にとっては過負荷状態になってしまい、モータ25Aの最大能力を引き出すことはできないことになる。

【0068】そこで、モータ25Aの駆動系に対する動作パラメータの変更を行うのがパラメータ設定部3である。かかるパラメータ変更処理の手順は、図6に示される。このパラメータ変更処理は、サブルーチン形式のフローチャートで表すことができる。

【0069】図6において、ステップS201では、上記ステップS101にてパラメータ記憶部4に書き込まれたアンプとスロットとの接続関係の情報がパラメータ設定部3に読み込まれる。

【0070】ついでステップS202では、下記の表2に示される各パラメータの変更処理が開始される。

【0071】

【表2】

| | 最大値 (Def) | 変更後の値 | リミット値 |
|-------------------|-----------|-------|-------|
| SP (スピードパラメータ) | x | x' | —— |
| 加速時間 | ta | ta' | —— |
| 最大速度 | Vp | Vp' | —— |
| 位置ゲイン | Kp | Kp' | Kpl |
| 速度ゲイン | Ks | Ks' | Ksl |
| モータに接続する アンプ数 | mj | nj | —— |

注：最大値とリミット値が等しいものは“——”とした。

【0072】詳述すると、パラメータ記憶部4が記憶しているデータの中で、SP（スピードパラメータ）xは、ロボットが動作する際の速度を表し、アンプ駆動信号生成部9Aおよび9Bにおいて制御可能な動作パラメ

ータである。これは、ユーザによって所望の値が設定可能である。

【0073】加速時間taは、モータが停止状態から動き始めて指令に従った最高スピードに達するまでの加速

時間を意味している。最大速度 V_p は、モータが出力することができる速度の最高値に相当する。

【0074】位置ゲイン K_p は、位置指令（指令値）と位置フィードバック値（指令値に対して実際に得られる位置の値）との差分に掛けるための係数であるフィードバックゲインである。また、速度ゲイン K_s は、速度指令（指令値）と速度フィードバック値（指令値に対して実際に得られる速度の値）との差分に掛けるための係数であるフィードバックゲインである。この K_p および K_s ともにアンプの位相遅れ特性やロボットのメカ特性に基づき、発振などが生じることなく且つアンプの直線性が補償される如き上限値を持つ。かかる上限値は、それぞれ K_{p1} 、 K_{s1} として扱われる。

【0075】また、 m_j は、 j 軸のモータに接続することができるアンプの最大個数を表しており、この数より多くのアンプは当該 j 軸モータに接続することができないものとしている。 n_j は、 j 軸のモータに実際に接続されているアンプの数を表している。なお、図7は、上述した K_p や K_s などのパラメータと共に描かれたモータ駆動系の伝達関数によるブロック図である。

【0076】最初のパラメータ変更としては、ステップS203において、モータ j に接続されているアンプが n_j 個であるために、パラメータ設定部3がスピードパラメータSPの上限値 x を n_j/m_j 倍して x' に変更する。これによって、ユーザがSP（スピードパラメータ）を初期設定値である最大値 x に設定したとしても、内部パラメータにおいてその値は x を越えることがなくなる。なぜならば、常に $m_j \geq n_j$ であるためである。

【0077】ステップS204では、変更後の速度ゲイン K_s' を計算し、その計算結果を評価している。ゲインの値はすべてソフトウェアによるパラメータであり、アンプに対して指令する値を表す。

$$i' = 2B \cdot K_s \cdot V_p = G_{s2} \cdot V_p \quad \dots (5)$$

【0089】ここで $2B \cdot K_s$ は G_{s2} と置かれたことが分かるが、アンプ数が減ぜられたことによって、総合ゲイン G_{s1} は G_{s2} に減じ、本来の開ループ特性で正常モータを動作させることができなくなる。また、アンプ数が減ぜられることによってモータに流すことができる最大電流もやはり減じてしまうが、これに応じて開ループ特性を変化させ、それ以外の性能は指令値レベルにおいて落とさないようにする必要がある。

【0090】したがって、総合ゲインを調整することによりアンプ数が減ぜられる前と同等の開ループ特性を得なければならない。ここで述べている同等の制御特性とは、 i の値を変化させない状態が保たれた特性、という意味である。先述したように、アンプの数が m_j 個から n_j 個に減ぜられると、 i' の値は(5)式の如くなる。ここで同等の開ループ特性を得るために $i' = i$ とするためには、総合ゲイン G_{s2} を m_j/n_j 倍、図7における具体例においては3/2倍にすれば良いことに

*【0078】ここで、 j 軸のモータに対して m_j 個のアンプが接続されている場合に適正な速度ゲインが K_s であるとする。いま、 j 軸のモータに接続するアンプの数が m_j 個から n_j 個に減じられた場合、当該アンプ数が減らされる前と同じ信号がアンプに供給されたとすると、モータに流れる電流は、 n_j/m_j に減じてしまう。この為、アンプ数が減らされる前と同等の制御特性を得るためには、以下の如きパラメータの変更を行う必要がある。

10 【0079】まず、ここで(1)式に図25で示される制御形式の開ループ特性（指令値）を示し、この(1)式を裏付ける式を後続して示す。

$$【0080】i = 3B \cdot K_s \cdot V_p \quad \dots (1)$$

$$【0081】i = 3B \cdot V_s \quad \dots (2)$$

$$【0082】V_s = K_s \cdot V_p \quad \dots (3)$$

【0083】なお、上式における i はモータMに対する動作指令値であり、 V_s はアンプに対する速度指令値であり、 V_p はアンプに対する位置指令値であり、 B は電流指令値を示している。付言すると、動作指令値 i は、速度指令値 V_s にアンプ電流指令値 B を乗算したものであり、速度指令値 V_s は、位置指令値 V_p に速度ゲイン K_s を乗算したものであることが分かる。

20 【0084】一方、つぎの(4)式は、図7に示される制御形式の開ループ特性における総合ゲイン G_{s1} によって表される。

$$【0085】i = G_{s1} \cdot V_p \quad \dots (4)$$

【0086】これは、位置指令値 V_p に対する動作指令値 i の式を表している。

【0087】図7において、例えばモータに接続するアンプの数が3個から2個に減ぜられると、(1)式は、つぎの(5)式の如く改められる。

$$* 【0088】$$

$$i' = 2B \cdot K_s \cdot V_p = G_{s2} \cdot V_p \quad \dots (5)$$

なる。

【0091】位置指令値 V_p は、アンプの数の増減によって変化することはないので、 G_{s2} を3/2倍するためには、速度ゲイン K_s の値を変えればよい。変更後の K_s を K_s' とすると、 $K_s' = (m_j/n_j) K_s$ 、図7の具体例においては $K_s' = (3/2) K_s$ となる。

40 【0092】ここで常に $m_j \geq n_j$ であるため m_j/n_j は1以上となり、 K_s' は K_s 以上の値となる。ただし、速度ゲイン K_s にはモータによって動かそうとしている対象、例えばロボットの場合ではアームのイナーシャ比、モータの最大出力によって定義される上限値があるために、それを越える場合と越えない場合とで設定を別にする必要がある。

【0093】速度ゲイン K_s' が上限値 K_{s1} を超えない場合は、ステップS205へ移行する。これに対して K_s' が上限値 K_{s1} を越えた場合は、ステップS20

7へと移行する。

【0094】ステップS203以降については、モータの動作については接続されているアンプの数が減少することにより低下するが、アンプの数を減少させる理由としてはユーザが必要としている動作に必要な数だけを接続するために行っているため、システムに支障を来すことはない。また、制御性能については維持させるためにゲインの変更も行っている。ステップS205では、最大速度 V_p を算出する。j軸モータの最大速度はアンプの接続数が n_j 個であるため n_j/m_j 倍されて変更された $V_{p'}$ が求められる。

【0095】ステップS206では、加速時間 t_a を算出している。最大速度 $V_{p'}$ が元の n_j/m_j 倍とされたことによって、加速時間に影響を与えないシステムが実現されるので、加速時間 $t_{a'}$ は初期値 t_a と同一とされる。ステップS206の後は本サブルーチンが終了し、先の図5に示されたフローチャートのステップS104へと移行する。

【0096】ステップS207では、算出される $K_{s'}$ が負荷などを考慮して設定された速度ゲインの上限値 K_{s1} を越えた場合に、位置制御の性能が維持できるか否かの判定が行われる。より詳しくは、ステップS207において位置ゲイン $K_{p'}$ が計算される。 $K_{s'}$ が本来取るべき値であれば、 K_p は変更する必要が無い。しかし、ステップS204の判定により、その値が上限値 K_{s1} を越えている為に、 $K_{s'}$ は上限値 K_{s1} が設定される。

【0097】つぎに、位置制御における開ループ特性は、上記(1)式およびつぎの(6)式から分かるように、位置ゲイン K_p と速度ゲイン K_s を乗じた $K_p \times K_s$ の値で決定される。

$$【0098】V_p = K_p \cdot X \cdots (6)$$

【0099】故に、位置の開ループ特性は変更前後でも同一に保つために、変更後の位置制御の特性値 $K_{p'} \times K_{s'}$ は変更前の位置制御の特性値 $K_p \times K_s$ と等しくなるようにならねばならない。したがって、 $K_{p'} \times K_{s1} = (m_j/n_j) \times K_s \times K_p$ の関係を満たす $K_{p'}$ が変更後の位置ゲインとなる。

【0100】このとき、速度ゲイン K_s と同様に位置ゲイン K_p にもモータによって動かそうとしている対象、例えば、ロボットの場合ではアームのイナーシャ比、モータの最大出力によって定義される上限値 K_{p1} があるために、それを越える場合と越えない場合とで制御性能が変化するためにユーザへ例えば、取扱説明書、仕様書等に記載されているだけの性能が発揮されない、という旨を警告する必要がある。

【0101】ステップS207において、位置ゲイン $K_{p'}$ が上限値 K_{p1} を越えない場合は、上述したステップS205へと移行する。ステップS207において、位置ゲイン $K_{p'}$ が上限値 K_{p1} を越えた場合は、ステ

ップS208へと移行する。

【0102】ステップS208では、最大速度 $V_{p'}$ を算出する。j軸モータの最大速度はアンプ14の接続数が n_j 個であるため V_p を n_j/m_j 倍して $V_{p'}$ が求められる。ステップS209では、最大速度 $V_{p'}$ が元の値の n_j/m_j 倍されて求められており、加速時間に影響を与えないシステムが実現されているので、加速時間 $t_{a'}$ は初期値 t_a と同一とされる。

【0103】その後ステップS210では、ステップS204において速度ゲイン $K_{s'}$ 上限値 K_{s1} を越え、ステップS207において位置ゲイン $K_{p'}$ が上限値 K_{p1} を越えているために、本来 $K_{p'} \cdot K_{s'} = (m_j/n_j) \cdot K_s \cdot K_p$ となる必要がある制御性能が保たれていないことを表示によって告知する。

【0104】この場合、j軸のモータに対して、アンプが m_j 個接続されている場合に比べて、制御性能が落ちている状態となっているのである。位置ゲイン K_p が保たれないこと、および速度ゲイン K_s も保たれないことのために軌跡精度に影響が出ることとなる。そこで本システムにおいては、その旨を図示せぬ設定装置(後述される)に表示し、ユーザへの注意を促すこととしている。

【0105】ステップS210の後は、このサブルーチンを終了し、図5に示されるステップS104に移行する。

【0106】ステップS104では、上記ステップS202から210において設定変更したパラメータをパラメータ設定部3がアンプ駆動信号生成部9Aおよび9Bへと伝える。これによって、アンプ駆動信号生成部9は、現在どのアンプにどのモータがいくつ接続されているかを把握するとともに、適切な速度ゲインと位置ゲインが設定されるので、命令解釈部1からの指令に対して、接続されているアンプに対し当該アンプが持っている能力を十分に発揮せしめて適正に対応モータの駆動制御を行うことが可能となる。

【0107】ステップS105では、命令解釈部1がアンプ駆動信号生成部9に対して、モータ25を回転するよう指令を出す。かくして、上述した如き適正なモータ駆動制御状態下においてユーザプログラムが実行開始されることとなる。

【0108】本実施の形態1におけるロボット制御装置は、以上のように構成されているので、ユーザが構築したいロボットシステムに合わせてモータの動作パラメータを任意にかつ効率良く変更することができる。

【0109】また、同じロボット制御装置であってもアンプを適宜着脱するだけで規模の異なるロボットを動作させることができるとともに、同一容量すなわち定格または最大出力のアンプで統一することができる。故に、メンテナンス性を向上させることができ、在庫管理にかかるコストを下げる事ができるロボット制御装置が実

現されるのである。

【0110】さらに、アンプ装着検出部7によって、アンプがスロットへ挿入装着されると同時に当該アンプとモータとの接続関係が検出し、その検出情報に応じてモータに対する制御パラメータを調整するようにしているので、ユーザにとっては煩雑な設定作業が不要となる。

【0111】また付言すれば、アンプの数をユーザの必要なシステムに応じて設定できるため、ロボット制御装置は同一のままでアンプの数を増減させることだけで小型ロボットから中型ロボット、ひいては大型ロボットに

【0112】実施の形態2。図8は、本発明の実施の形態2によるロボット制御装置の機能ブロック図であり、図9は、その詳細なハードウェアブロック図である。また、図10は、図11のロボット制御装置における設定装置の機能ブロック図である。

【0113】図8に示される設定装置16は、図10に示されるような表示部40とキースイッチ部41とによって構成され、通信部17を介してユーザがロボット制御装置に対してアンプとモータとの接続指令などの指令を与えたり、表示部40からメッセージをユーザへ送ったりするユーザインタフェース機能を持った外部機器である。

【0114】通信部17は、ロボット制御装置と設定装置16との間の通信すなわち信号の送受を行う。設定記憶部18は、設定装置16からの指令内容や、ロボット制御装置が初期値として扱うロボットの動作に関するデータおよびパラメータの他、これらの変更後の当該データやパラメータをも記憶する。設定記憶部18の記憶内容は、接続関係制御部5によって読み出される。

【0115】命令記憶部2は、ロボットの動作を記述したプログラム形式の各命令コードを記憶する。命令記憶部2の記憶内容は、命令解釈部1によって順次読み出され、命令解釈部1は、その読み出したプログラム形式の命令コードを逐次解釈（解読）する。命令解釈部1は、その解読結果に応じた指令信号を生成し、アンプ制御部6Aおよび6B並びに電流指令生成部20に供給する。電流指令生成部20は、命令解釈部1の指令に基づいて、アンプ制御部6Aおよび6Bに対する電流指令を生成する。

【0116】このロボットを動作させる駆動源としては、例えば1軸および2軸に個々に対応するモータ25Aおよび25Bが設けられる。モータ駆動系は、これらモータ25Aおよび25Bのそれぞれに対応して形成される。

【0117】一方の駆動系は、命令解釈部1からの指令信号が供給されこの指令信号に応じたアンプ駆動信号を生成するアンプ制御部6Aと、このアンプ駆動信号をそれぞれ増幅してモータ25Aを駆動するための電力信号を発生することのできるアンプ141ないし144のい

ずれかと、これらアンプ141ないし144の各出力をそれぞれ入力として設定された一方または他方の出力側へ中継することの可能な切換部31と、切換部31からの電力信号をモータ25Aに通ぜしめる信号線において実際に当該モータに流れ込んでいる電流値を検出するための電流検出器24Aとによって形成される。

【0118】もう一方の駆動系は、命令解釈部1からの指令信号が供給されこの指令信号に応じたアンプ駆動信号を生成するアンプ制御部6Bと、このアンプ駆動信号をそれぞれ増幅してモータ25Bを駆動するための電力信号を発生することのできるアンプ141ないし144のいずれかと、これらアンプ141ないし144の各出力をそれぞれ入力として設定された一方または他方の出力側へ中継することの可能な切換部31と、切換部31からの電力信号をモータ25Bに通ぜしめる信号線において実際に当該モータに流れ込んでいる電流値を検出するための電流検出器24Bとによって形成される。

【0119】接続関係制御部5は、アンプ141ないし144とモータ25Aおよび25Bとの接続関係をアンプ制御部6Aおよび6Bに伝える機能を有する。かかる機能においては、各アンプ141～144がどのモータに接続されているかを表すための情報であるアンプ接続判定用信号8が用いられる。

【0120】接続関係制御部5はまた、各アンプとモータとの接続関係を制御すべくリレーブロック30を駆動する。リレーブロック30は、接続関係制御部5の指令に従い、アンプ141～144のモータ25Aおよび25Bに対する出力先を切換部31をして変更せしめるべく動作する。

【0121】このような図8の機能ブロックに従う具体的なハードウェア構成例を示したのが図9である。図9において、参照符号50はこのロボット制御装置のCPUであり、上記接続関係制御部5や命令解釈部1、電流指令生成部20その他の機能を担う。このCPU50は、種々の処理を実行するためのプログラムを格納するROM51と、当該処理を実行するに際して用いるいわゆる作業用メモリとしてのRAM52とにバスを介して相互接続される。ROM51は上記命令記憶部2に、RAM52は設定記憶部18に相当する。

【0122】CPU50にはまた、通信部17としてSIO（シリアル入出力インターフェース）54が接続されており、このロボット制御装置と外部の設定装置16とのデータ信号の送受信が可能となっている。

【0123】上記アンプ制御部6Aおよび6Bとしては、CPU50からの指令を受け、当該指令に応じてアンプ141～144の駆動パルス列信号を発生するPWMジェネレータ53Aおよび53Bが適用される。

【0124】PWMジェネレータ53Aおよび53Bの出力信号は、それぞれアナログスイッチ57に供給される。アナログスイッチ57は、複数、ここでは2つのア

ナログ信号入力に対してそれらの出力先を切り換えることが可能である。すなわち、アナログスイッチ57の1の入力信号は、アンプ141および142に供給されるか或いはアンプ143および144に供給されるかのどちらかに中継制御される。

【0125】上記リレーブロック30および切換部31として、各アンプに対応して設けられたここでは4つのリレー装置56が設けられる。各リレー装置56の信号切換部は、それぞれアンプ141～144に個々に対応して各アンプの出力信号をモータ25Aまたは25Bに導くように接続されている。

【0126】より詳しくは、1のアンプの出力信号がモータ25Aおよび25Bのいずれか一方に選択的に中継されるよう、対応する1のリレー装置56の切換部の入出力端が使用される。リレー装置56のそれぞれは、(パラレル入出力インターフェース)PIOを介してCPU50からの指令信号を受信し、当該指令信号に応じた入出力切換動作をなす。

【0127】電流検出器24Aおよび24Bの検出出力は、それぞれアナログスイッチ59に供給される。アナログスイッチ59は、この2つの検出出力を択一的にCPU50に供給するよう制御される。なお、ここでアナログスイッチ59とCPU50との信号形態についての整合性をとる手段については図示していない。

【0128】以下、この実施の形態2によるロボット制御装置の動作を図11のフローチャートを参照しつつ説明する。

【0129】図11において、ステップS301では、このロボットシステムに必要なアンプおよびその数を知っているユーザが、設定装置16にて、モータ25Aおよび25Bのそれぞれに対して例えばアンプ141ないし144を振り当てる如き入力操作がなされる。

【0130】設定装置16は、既述した如く表示部40およびキースイッチ部41(図10参照)を有しており、通信部17を介して接続関係の設定情報を送信する。したがってユーザは、設定装置16の表示部40を見ながら、キースイッチ部41にてアンプ141ないし144のそれぞれをどのモータに接続させるかを決定しその情報を入力する。そして、その設定内容は、通信部17を介して設定記憶部18としてのRAM52に記憶される。

【0131】ステップS302では、接続関係制御部5としてのCPU50がステップS301において設定された内容を設定記憶部18としてのRAM52から読み出し、つぎの表3に示すデータテーブルに基づいて、アンプ141ないし144とモータ25Aおよび25Bとの接続関係を判定する。そして、この判定によって、リレーブロック30すなわち各リレー装置56を動作させる。但し、表3は、ロボットの最大軸数を6としたデータテーブルを示している。

【0132】

【表3】

| アンプ1がつながる モータ番号k | ビットデータ(8ビット) |
|---------------------|--------------|
| 1 | 01H |
| 2 | 02H |
| 3 | 04H |
| 4 | 08H |
| 5 | 10H |
| 6 | 20H |

【0133】ステップS304においては、先の実施の形態1において説明した図6に示されるフローチャートのステップS201から210までの処理と同様な方法で、ロボット動作に必要なパラメータを変更するとともに、本ロボット制御装置におけるアンプの接続数を設定記憶部18としてのRAM52に記憶する。

【0134】ここで、以降の処理の基本的趣旨を説明すると、ステップS306および307の前処理の後、ステップS308以降の処理によって、ステップS301においてソフトウェア的に設定されたアンプ141ないし144とモータ25Aおよび25Bとの接続関係をチェックする。

【0135】かかるチェックの目的は、例えばモータ25Aおよび25Bに接続することができるアンプの上限値をユーザの設定値が越えていないかどうかを確認検査するため、また、何らかの原因によって接続関係制御部5に異常が発生した場合にも本ロボット制御装置が支障を来さないようにするためである。このチェックは、ロボット制御装置のハードウェアを実際に動作させて行われる。

【0136】なお、ユーザによる設定装置16の指令操作により、接続関係を確認するためのテスト動作をさせることも可能である。

【0137】ステップS306では、電流指令生成部20としてのCPU50が各アンプ141ないし144に対して、同時に一つだけ、ロボット本体が動作しない程度の非常に短い時間でかつ微少な電流、例えば1msの時間に亘る1μAの電流をモータに流すように指令信号を生成する。かかる指令信号は、一つのアンプ毎に用意される。

【0138】一般に、汎用のロボットシステムにおけるモータ電流はmAオーダーであり、μAオーダーの電流ではロボット本体が動作しないのが通常である。また、モータ電流を計測する際にはA/Dコンバータを使用するが(図12には示していない)、そのA/Dコンバータのアナログ・デジタル変換時間(サンプリング周期)の通常値である数μsよりも十分長い時間に亘り電流を流す必要がある。

【0139】しかし、全てのアンプに対してこのような

チェック用の検査電流を順次流すと、接続可能アンプの数が多い場合には全てのアンプのチェックが終了するまでに時間を長く費やすこととなり実用上問題がある。他方、かかるロボットシステムとしては接続可能アンプ数が100個以下に収まるものと考えられる。

【0140】そこで、かかるサンプリング周期よりも十分長くしかも全てのアンプについて電流を流すための時間を実用上問題のない0.1秒以下に抑えることを考慮に入れ、一つのアンプに電流を流す時間を1msに設定したのである。このような時間の設定によって、例えば

10 アンプの総数が100個以内であれば、0.1秒以下の十分短い時間で、全てのアンプについて確認検査可能である、との見積もりが立つこととなる。

【0141】電流指令生成部20としてのCPU50は、このようにして設定された1msの時間に亘る1μAのチェック用電流を一つのアンプ毎に順次流すようにアンプ制御部6Aおよび6BとしてのPWMジェネレータ53Aおよび53Bを制御する。この制御は、PWMジェネレータ53Aおよび53Bの本来の機能である上記プログラム形式命令コードに基づくパルス列信号の発生を無効にし、チェック用電流を流すべき旨の指令信号に基づくパルス列信号の発生に切り換える如くなされることとなる。

【0142】ステップS307においては、モータの軸番号をk、アンプ番号をpとして、設定記憶部18に格納する。具体的には、RAM52にこれらKおよびpの値を格納するための記憶領域を確定する。ステップS308では、軸番号kおよび、アンプ番号pをそれぞれ初期値1に設定する。

【0143】ステップS309では、電流指令生成部20としてのCPU50がpの値に対応するアンプに対して上記チェック用電流を流すように、上述した如く予め用意しておいた指令信号をアンプ制御部すなわちPWMジェネレータ53Aおよび53Bに発生する。また、その際、チェック用電流を流す対象のアンプ以外のアンプには、0Aを示す指令信号によって電流が全く流れないように制御される。

【0144】ステップS310においては、k軸に対応したモータに接続されている電流検出器24Aまたは24Bによって検出された、当該アンプに流れている電流の値がCPU50に読み込まれる。

【0145】ステップS311では、ステップS310において読み込まれた電流検出器24の出力値を評価する。かかる出力値が約1μAに相当すると判断できれば当該アンプの当該モータへの接続が確認されたこととなってステップS316へと移行する。逆に、出力値が約1μAに相当すると判断できなければ、ステップS312へと移行する。

【0146】ステップS312では、現在のk軸の電流検出器24では、電流1μAが検知されなかったため、

kの値を一つ増加させ、つぎの軸の電流検出器24をチェックする準備を開始する。

【0147】ステップS313では、kの値がこのロボットシステムにおける最大軸数kmaxを越えていないかどうかを確認する。もし最大軸数の値を越えていれば、ステップS315へ移行する。kの値が最大軸数の値を越えていなければ、ステップS310へと戻り再度上述の処理を行う。

【0148】ステップS313からステップS315に移行した場合は、最大軸数kmaxの全てのモータに対してアンプが接続されていないことを意味するので、ステップS315では、設定装置16よりユーザに対してアンプ接続エラーを告知する。このエラーによって、ユーザは再度設定をし直すか、点検をする必要があることが知らされる。

【0149】ステップS316に移行した場合は、ステップS311において現在のk軸の電流検出器24にて当該アンプが当該モータに1μAを流していることを確認したので、アンプpの接続しているモータがどれか

20 (本例ではモータ25Aおよび25Bのいずれか)が特定できたことになる。そこでステップS316では、pの値を一つ増加させ、その増加後の新たなpの値に対応するアンプの接続関係をチェックする準備を開始する。

【0150】ステップS317では、pの値がこのロボットシステムにおいて接続可能なアンプの最大数pmaxを越えていないかどうかを確認する。もしこの最大数を越えていれば、ステップS320へ移行し、最大数の値を越えていなければ、ステップS318へと移行する。

【0151】ステップS318では、新たなチェック対象のアンプ14に対して第1軸のモータから接続関係をチェックを開始するため、軸の値kを初期値1に戻し、ステップS309へと戻る。ステップS320では、全てのアンプにつき接続関係のチェックが完了したことを表す。

【0152】ステップS321では、ステップS301から320までの処理において確認したアンプ141ないし144とモータ25Aおよび25Bとの接続関係(設定された接続関係)が予め決められた許容関係にあるか否かを確認する。より詳しくは、ステップS304にて記憶しておいたアンプの接続数がアンプ装着可能上限値を越えていないかどうかを軸毎に確認する。

【0153】かかる確認に際しては、予めこのロボット制御装置がその設定記憶部18の中に各軸のモータ25Aおよび25Bに最大どれだけのアンプを接続することができるかというデータテーブルを用意しておき、そのテーブルを参照することによって行われる。例えばこのロボット制御装置が5軸のロボットシステムに適用される場合、採用されるアンプの各最大出力が40W、モータの最大出力がそれぞれ1軸から5軸まで120W、160W、120W、40W、40Wとすると、当該デー

タテーブルは表4のようになる。

【0154】

【表4】

| 軸 | アンプ装着可能上限値 (mj) (単位: 個) |
|---|-------------------------|
| 1 | 3 |
| 2 | 4 |
| 3 | 3 |
| 4 | 1 |
| 5 | 1 |

【0155】このような確認の結果、アンプ装着可能上限値を越えるアンプ数が接続されているモータが存在することは判定された場合は、ステップS324へと移行する。そうでない場合は、ステップS322へと移行する。

【0156】ステップS322では、ロボット制御装置内部での設定はこれで全て完了したので、ユーザに対して最後の確認をするため、設定装置16の表示部40にこの設定内容で良いかどうかを確認する内容のメッセージを表示させる。これは、接続関係制御部5を担うCPU50が、かかるメッセージを表示させるよう設定装置16に対して指令を発する。

【0157】かくしてユーザがこのメッセージを確認しこれを覆すような入力操作をしなければ、ステップS323において、命令解釈部1によるアンプ制御部6に対するモータ25Aおよび25Bの回転制御指令が発せられ、ユーザプログラムが実行開始される。

【0158】ステップS324では、ステップS321によって一つのモータに対してそのアンプの接続許容数を越える数のアンプが接続されていることが確認されたので、その旨の情報を接続関係制御部5としてのCPU50が設定装置16へ送り、設定装置16にアラームを発生させる。

【0159】ステップS325では、設定装置16でのステップS324によるアラーム発生に引き続き、さらにそのアラーム内容をユーザに理解させるために、表示部40にアンプの装着数が上限値を越えているという内容のメッセージを表示させる。そのメッセージによって、ユーザは、再度ステップS301へと戻るような入力操作を余儀なくされ、再びアンプとモータとの接続関係を設定し直させられることとなる。

【0160】以上説明した本発明の実施の形態2におけるロボット制御装置は、以上のように構成されているので、つぎのような作用効果を奏する。

【0161】すなわち、この装置によれば、ユーザにより任意かつ容易にアンプとモータとの接続関係を設定することができるので、実際に必要とされる容量がロボットに要求される動作速度からして小さくて良いときには、ユーザの簡単な判断で適宜アンプをロボット制御装

置に対してモータ毎に当該モータに適した少ない数となるよう設定することによって、無駄なアンプの数量を削減することができる。

【0162】しかも、ユーザは、アンプとモータとの接続関係を設定装置16を操作することによって決定しその内容に従った構成および動作形態の設定を自動的にロボット制御装置に行わせるので、当該装置内の再配線を行ったり、多種のパラメータの変更等を一切することがないために使い勝手が格段に向上する。

10 【0163】また、ユーザによって設定されたアンプとモータとの接続関係をロボット制御装置がハードウェア的に検査確認を行うので、設定誤りによるロボットやシステム全体の誤動作等を事前に回避できて好ましい。

【0164】さらに付言すれば、軸毎にアンプの数をユーザの必要なシステムに応じて設定できるとともに、アンプとモータの接続関係を自動的に検出し、制御パラメータを調整することができるため、ロボット制御装置は同一のままでアンプの数を増減させることにより小型ロボットから中型ロボット、ひいては大型ロボットまで全て同様に制御することが可能となる。

20 【0165】実施の形態3。図12は、本発明の実施の形態3によるロボット制御装置の機能ブロック図であり、図13は、その詳細なハードウェアブロック図である。また、図14は、図12におけるアンプ装着検出部の具体的構成を示している。

【0166】図12において、命令記憶部2は、ロボットの動作を記述したプログラム形式の各命令コードを記憶する。命令記憶部2の記憶内容は、命令解釈部1によって順次読み出され、命令解釈部1は、その読み出したプログラム形式の命令コードを逐次解釈（解説）する。命令解釈部1は、その解説結果に応じた指令信号を生成し、アンプ制御部6Aないし6C並びに電流指令生成部20に供給する。電流指令生成部20は、命令解釈部1の指令に基づいて、アンプ制御部6Aないし6Cに対する電流指令を生成する。

【0167】このロボットを動作させる駆動源としては、例えば第1軸ないし第3軸に個々に対応するモータ25Aないし25Cが設けられる。モータ駆動系は、これらモータ25Aないし25Cのそれぞれに対応して形成される。

40 【0168】アンプ制御部6Aないし6Cは、命令解釈部1からの指令信号が供給された指令信号に応じたアンプ駆動信号をそれぞれ生成する。各アンプ駆動信号は、出力信号切換部19に供給され、ここで入力されたアンプ駆動信号の出力先の振り分けがなされる。出力信号切換部19からのアンプ駆動信号は、アンプ141ないし146に供給される。アンプ141ないし146は、供給されたアンプ駆動信号をそれぞれ増幅してモータ25Aないし25Cを駆動するための電力信号を発生

【0169】かかる電力信号は、それぞれ出力切換部231ないし236に供給される。出力切換部231ないし236は、ここではそれぞれ3つの出力端を有しており、入力信号をその3つの出力端のうちのいずれか一つに出力せしめる如く切換動作する。この切換動作は、接続関係制御部5によって制御される。

【0170】出力切換部231ないし236においては、各対応する出力端どうしが接続される。これにより、入力された電力信号が合成されて3つの合成電力信号が導かれることとなり、これら合成電力信号は、対応する電流検出器24Aないし24Cの一つを経てモータ25Aないし25Cの一つへと供給されることとなる。

【0171】電流検出器24Aないし24Cは、切換部231ないし236からの合成電力信号をモータ25Aないし25Cに通ぜしめる信号線において、それぞれ実際に当該モータに流れ込んでいる電流値を検出する。

【0172】接続関係制御部5は、アンプ装着検出部を担う情報格納部5mと共働動作し、当該アンプ装着検出部により検出されたアンプ141ないし146とモータ25Aないし25Cとの接続関係をアンプ制御部6Aないし6Cに伝える機能を有する。かかる機能においては、各アンプ141～146がどのモータに接続されているかを表すための情報であるアンプステータス信号22が用いられる。

【0173】接続関係制御部5はまた、各アンプとモータとの接続関係を制御すべく出力切換部231ないし236を駆動する。出力切換部231ないし236はまた、モニタ出力端を有しており、当該出力端から各切換動作状態（すなわち各アンプがどのモータに接続されているか）をビットデータにて示す上記アンプステータス信号22を発生する。アンプステータス信号22は、情報格納部5mに供給されてそのデータが記憶される。情報格納部5mの記憶内容は、必要に応じて接続関係制御部5によって読み出され、後述される接続関係制御処理に用いられる。

【0174】このような図12に示される機能ブロックに従う具体的なハードウェア構成例を示したのが図13である。なお、図12においてはモータが3つ用いられた場合の構成を示しているが、説明の簡略化のために図13においてはモータが2つ用いられた場合の構成が示されている。

【0175】図13において、参照符号50はこのロボット制御装置のCPUであり、上記接続関係制御部5や命令解釈部1、電流指令生成部20その他の機能を担う。このCPU50は、種々の処理を実行するためのプログラムを格納するROM51と、当該処理を実行するに際して用いるいわゆる作業用メモリとしてのRAM52とにバスを介して相互接続される。ROM51は上記命令記憶部2に、RAM52は情報格納部5mに相当する。

【0176】上記アンプ制御部6Aおよび6Bとしては、CPU50からの指令を受け、当該指令に応じてアンプ141～144の駆動パルス列を発生するPWMジェネレータ53Aおよび53Bが適用される。

【0177】PWMジェネレータ53Aおよび53Bの出力信号は、それぞれアナログスイッチ57に供給される。アナログスイッチ57は、CPU50からの制御信号に応じて、複数、ここでは2つのアナログ信号入力に対しそれらの出力先を切り換えられる。すなわち、アナログスイッチ57の1の入力信号は、アンプ141ないし144のいずれか一つまたはそれ以上のものに中継制御される。

【0178】上記出力切換部231～236としては、各アンプに対応して設けられた、ここでは4組の2点式スイッチ581ないし584によって構成される。スイッチ581ないし584のそれぞれに一つ設けられた信号入力端には、それぞれアンプ141ないし144の対応する出力信号が供給される。スイッチ581ないし584のそれぞれに2つ設けられた信号出力端のうち的一方どうしは互いに接続されてモータ25Aへと導かれるとともに、他方どうしも互いに接続されてモータ25Bへと導かれる。

【0179】2点式スイッチ581ないし584はまた、信号の切換動作に連動して開閉するモニタ端子（図13においては黒丸で示されている）を有しており、かかるモニタ端子は、一方がモニタ信号出力端として他方の2つがそのモニタ出力のレベルを設定するための端子として使われている。

【0180】一方および他方の第1モニタ端子間が閉成した場合、他方の第1モニタ端子に設定された例えば高レベルの信号が一方のモニタ端子を介して上記アンプステータス信号22として発せられ、一方および他方の第2モニタ端子間が閉成した場合、他方の第2モニタ端子に設定された例えば低レベルの信号が一方のモニタ端子を介して上記アンプステータス信号22として発せられるのである。

【0181】このようにして発せられる2点間スイッチ毎のアンプステータス信号は、それぞれバッファIC32を介してCPU50に供給される。

【0182】電流検出器24Aおよび24Bの検出出力は、CPU50に供給される。なお、ここで電流検出器24Aおよび24BとCPU50との間の信号形態についての整合性をとる手段については図示していない。

【0183】図12におけるアンプ装着検出部の詳細は、図14に示される。図12において、アンプ装着検出部は、ビットデータすなわち論理値0および1をとりうる2値化信号を出力するためのバッファIC32と、ロジック回路用の電源である5V電源33と、バッファIC32の入力信号線を個々に高（H）レベル（論理値1）に初期値として設定するために5V電源33と当該

入力信号線との間に接続されるブルアップ抵抗34と、バッファIC32の入力信号線に一端が接続され他端に5V電源33の基準電位に相当する0V（グラウンド）36が接続される手動スイッチ群39とによって構成される。

【0184】スイッチ群39の各スイッチは、アンプとモータとが接続する部分すなわち図13における2点スイッチ581ないし584のモニタ端子間で形成されるスイッチ部に相当する。

【0185】従って、ユーザがアンプ141～144をロボット制御装置に接続する際にその接続状態に対応づけてこのスイッチ群39を操作し各スイッチを開放または閉成することにより、バッファIC32には当該接続状態に応じた高レベルまたは低レベルの信号が入力されることとなる。バッファIC32は、入力信号のゲート制御をなすための制御端子Gを有しており、この端子には、かかる接続状態を検知する際にバッファIC32のゲートを開くためのアンプ装着状態リード用信号37が供給され、該信号37が有意となるのに応答して入力信号が出力側に中継される。

【0186】なお、バッファIC32の各入力信号は、図12における出力切換部231～236から導出されるアンプステータス信号22に相当する。

【0187】つぎに、この実施の形態3によるロボット制御装置の動作を図15のフローチャートを参照して説明する。先ずステップS401では、安全上、電源投入前のロボット制御装置において、当該ロボットシステムに必要なアンプおよびその数を知っているユーザが、アンプ141ないし146に実装されている出力切換部231ないし236に相当するスイッチ581ないし586を操作することによって、各アンプをどのモータへと接続するかを設定する。これをユーザが接続すべきアンプの全てに対して行う。かかるアンプとモータとの設定が終了すると、ステップS402において、ロボット制御装置の電源が投入される。

【0188】ついでステップS403では、接続関係制御部5が初期設定を開始する。ここで、この初期設定の態様について、図16に示されるフローチャートを参照して詳述する。

【0189】図16において、ステップS501では、接続関係制御部5がアンプ装着検出部と共働する情報格納部5mに書き込まれているアンプとモータとの接続関係を読み込む。なお、アンプ装着検出部における接続関

係の判定は、先述した実施の形態1において図5に示したステップS101の処理と同様に行われる。

【0190】ステップS502では、接続関係制御部5が各モータにアンプがいくつ接続されているか、どのモータにどのアンプが接続されているかを判定する。判定方法は、図14に示されたような回路によって、各出力ビットデータの状態を読み、上記表1に基づいて解読されることとなる。

【0191】ステップS503では、ステップS502において軸毎に接続関係をチェックするが、その作業が終わっていれば、ステップS504へ移行する。まだ終わってなければ、未確認の軸に関してチェックをする。

【0192】ステップS504から506では同時に複数のアンプに試験指令を与えて、複数のアンプ・モータ接続関係を検出する。その目的は、例えば1のモータに接続することができるアンプの上限値を設定値が越えていないかどうかを確認するため、また、何らかの原因によって接続関係制御部5に異常が発生したとしても本ロボット制御装置が支障を来さないようにするためである。

【0193】具体的には、ステップS504では、アンプ141ないし144の全てに対して、アンプ番号sをつけ、アンプsに対しては μA オーダーでかつ2の(s-1)乗の値の電流が流れるように制御する。これは、電流指令生成部20がアンプ141ないし144に、かかる電流が流れるようにアンプ制御部6Aおよび出力信号切換部19を制御することによって達成される。

【0194】但し、ロボットが実質的に動作してしまうことを回避するために、電流指令生成部20に制限を与えておくのが好ましい。その制限としては、例えばsの最大値を6とすることが挙げられる。sの値が6を越える場合、越えた番号のアンプに対しては、前記6つのアンプに電流を流し終えた後に、新たに上記の電流が流れるよう制御をなすものとするのである。

【0195】ステップS505では、各軸毎に電流検出器24Aまたは24Bにより検出される電流値を評価して、各モータにどのアンプがいくつ接続されているかを接続関係接続部5が認識する。なお、ここで認識する際の判定基準は、つぎの表5に示される。表5中の「接続アンプ」はアンプ番号sを表す。

【0196】

【表5】

| 電流値 [μ A] | 接続アンプ | 電流値 [μ A] | 接続アンプ |
|-------------------|-----------|-------------------|-------------|
| 1 | 1 | 33 | 1,6 |
| 2 | 2 | 34 | 2,6 |
| 3 | 1,2 | 35 | 1,2,6 |
| 4 | 3 | 36 | 3,6 |
| 5 | 1,3 | 37 | 1,3,6 |
| 6 | 2,3 | 38 | 2,3,6 |
| 7 | 1,2,3 | 39 | 1,2,3,6 |
| 8 | 4 | 40 | 4,6 |
| 9 | 1,4 | 41 | 1,4,6 |
| 10 | 2,4 | 42 | 2,4,6 |
| 11 | 1,2,4 | 43 | 1,2,4,6 |
| 12 | 3,4 | 44 | 3,4,6 |
| 13 | 1,3,4 | 45 | 1,3,4,6 |
| 14 | 2,3,4 | 46 | 2,3,4,6 |
| 15 | 1,2,3,4 | 47 | 1,2,3,4,6 |
| 16 | 5 | 48 | 5,6 |
| 17 | 1,5 | 49 | 1,5,6 |
| 18 | 2,5 | 50 | 2,5,6 |
| 19 | 1,2,5 | 51 | 1,2,5,6 |
| 20 | 3,5 | 52 | 3,5,6 |
| 21 | 1,3,5 | 53 | 1,3,5,6 |
| 22 | 2,3,5 | 54 | 2,3,5,6 |
| 23 | 1,2,3,5 | 55 | 1,2,3,5,6 |
| 24 | 4,5 | 56 | 4,5,6 |
| 25 | 1,4,5 | 57 | 1,4,5,6 |
| 26 | 2,4,5 | 58 | 2,4,5,6 |
| 27 | 1,2,4,5 | 59 | 1,2,4,5,6 |
| 28 | 3,4,5 | 60 | 3,4,5,6 |
| 29 | 1,3,4,5 | 61 | 1,3,4,5,6 |
| 30 | 2,3,4,5 | 62 | 2,3,4,5,6 |
| 31 | 1,2,3,4,5 | 63 | 1,2,3,4,5,6 |
| 32 | 6 | | |

【0197】この表5を参照するに、例えば、電流検出器24Aまたは24Bの検出値が23 μ Aであったとすると、表5における電流値の23行目を接続関係制御部5が読み取る。そうすると「接続アンプ」に対応づけられたデータは1、2、3、5を示していることが分かり、これにしたがって接続関係制御部5は、モータ25Aまたは25Bに接続されているアンプが第1、2、3、5番目であることを判定する。

【0198】また例えば、アンプの総数が10個である場合は、前半6個に関しては上述と同様の判定を用い、残り4個に関しては、つぎの如く判定する。

【0199】かかる残り4つのアンプに対しても上記同様アンプ番号を1から4まで対応づけて、これらそれぞれに μ Aオーダーでかつ2の(s-1)乗の値の電流を流して電流値を計測する。かかる計測の結果、電流値が4 μ Aだとすると、表5の4行目のデータを読み取り、接続アンプの番号が3であることが分かる。したがって接続アンプは、この3に6を加えた結果である、9番目のアンプであると判定することができる。

【0200】また、アンプの数が6よりも多い場合に、

同時に電流を流すアンプの数を6という制限を付けなくとも良い。この場合は、一度に全アンプを見ることが出来るため、接続関係を判定することが図11に示してあるフローチャートの方法よりもより速い時間で可能である。

【0201】ステップS506では、ステップS505における軸毎の電流検出器24Aまたは24Bによる電流値の検出と、接続関係接続部5がアンプとモータとの接続関係の判定とが全て終わったかどうかの確認が行われる。もし既に完了しているのであれば、ステップS507へ移行し、未完であれば完了するまでステップS505の処理を続けるフローを形成する。

【0202】ステップS507では、各軸について、一つのモータに接続可能なアンプの数の最大値mj個と実際に認識判定した接続数nj個を比較している。もしmjの値がnjの値よりも大きいかまたは等しければこの初期設定処理を終了し、図15に示されるステップS404に戻る。一方、もしmjの値がnjの値よりも小さい場合はステップS508へと移行する。

【0203】ステップS508では、一つのモータに接

続可能なアンプの数量の最大値を越えた数のアンプが接続されているため、これをユーザに知らせるべく接続関係制御部5がアラームを発生させる。

【0204】かかるアラーム発生に引き続きステップS509では、既にステップS507および508においてモータのアンプ接続数の許容値を越えていることが判明しているので、再度ユーザがアンプとモータとの接続関係を設定し直さなければならず、メインルーチンである図15のステップS401に移行することとなる。かくして接続関係制御部5による初期設定サブルーチンが完了する。

【0205】再び図15に戻って説明すると、ステップS404では、ステップS403によって得たアンプとモータとの接続関係の情報により、図15における各モータにそれぞれいくつのアンプが接続されているかが接続関係制御部5において検知されたことになる。

【0206】本来、一つのモータは、mj個のアンプが接続されることによって、初めて持ちうる最大能力を出力することができるものである。これに対して、図12においてはmjが示す数とは異なるnj個のアンプが接続されることがある。そこで、モータ25Aおよび25Bに関する動作パラメータ変更を行う。かかるパラメータの変更は、実施の形態1において説明した図6のフローチャートにおけるステップS201から210までの処理と同様の態様で行われる。

【0207】ステップS405では、命令解釈部1がアンプ制御部6Aおよび6Bに対して、各モータを回転させるよう指令を発し、ユーザプログラムが実行開始される。

【0208】本実施の形態3によるロボット制御装置は以上のように構成されているので、つぎのような作用効果を奏する。

【0209】すなわち、この装置によれば、ユーザが手動スイッチ群39（または581～584）を操作することにより、任意かつ容易にアンプとモータとの接続状態を設定することができる。すなわち、実際に必要とされるアンプ容量がロボットに要求される動作速度からして小さくて良いときには、ユーザの簡単な判断で適宜アンプをロボット制御装置に対してモータ毎に当該モータに適した数となるよう設定することによって、無駄なアンプの数量を削減することが可能となる。

【0210】しかも、アンプとモータとの接続関係をスイッチによってハードウェア的に決定できるので、ユーザにとっては使い勝手がよく、さらに上述したようにロボット制御装置が接続の確認を自動的に行うために、ユーザにとっては煩雑な作業が省略され、さらに設定ミスによるロボットシステム全体への悪影響もなくなる。

【0211】また、図11に対応する実施の形態2による処理ではユーザがその接続関係をソフトウェア的に設定し、なおかつロボット制御装置に対してその関係を教

示する必要があったが、本実施の形態3では制御装置は自らその接続関係を探索するのでユーザがロボット制御装置に対して教示する必要がなくなり、この点についても使い勝手が良くなる、という側面もある。

【0212】さらに付言すれば、アンプの数をユーザの必要なシステムに応じて設定できるため、ロボット制御装置は同一のままでアンプの数を増減させることによって、小型ロボットから中型ロボット、ひいては大型ロボットまで全て同様に制御することが可能となるだけでなく、短時間でアンプとモータとの接続関係を検出することができる。

【0213】実施の形態4。図17は、本発明の実施の形態4によるロボット制御装置の機能ブロック図であり、図18は、その詳細なハードウェア構成を示し、図19は、かかるロボット制御装置に適用された出力信号切換部19の詳細な構成を示している。

【0214】図17において、設定装置16は、先の図10に示されるような表示部40とキースイッチ部41とによって構成され、通信部17を介してユーザがロボット制御装置に対して指令を与えたり、表示部40からメッセージを得たりするユーザインタフェース機能を持った外部機器である。通信部17は、ロボット制御装置と設定装置16との間の通信すなわち信号の送受を行う。

【0215】設定記憶部18は、設定装置16からの指令内容や、ロボット制御装置が初期値として扱うロボットの動作に関するデータおよびパラメータの他、これらの変更後の当該データやパラメータを記憶する。設定記憶部18の記憶内容は、接続関係制御部5によって読み出される。

【0216】命令記憶部2は、ロボットの動作を記述したプログラム形式の各命令コードを記憶する。命令記憶部2の記憶内容は、命令解釈部1によって順次読み出され、命令解釈部1は、その読み出したプログラム形式の命令コードを逐次解釈（解読）する。命令解釈部1は、その解読結果に応じた指令信号を生成し、アンプ駆動信号生成部9に供給する。このロボットを動作させる駆動源としては、例えば第1軸および第2軸に個々に対応するモータ25Aおよび25Bが設けられる。

【0217】接続関係制御部5は、先述したアンプ装着検出部7を含み、当該アンプ装着検出部により検出されたアンプ141ないし144とモータ25Aおよび25Bとの接続関係の情報をアンプ駆動信号生成部9に伝える機能を有する。かかる機能においては、各アンプ141～144がどのモータに接続されているかを表すための情報であるアンプ接続判定用信号8（先述したアンプ接続判定用信号81～85に相当する）が用いられる。

【0218】出力信号切換部19は、接続関係制御部5からのアンプ141ないし144とモータ25Aおよび25Bとの接続関係の情報に応じてアンプ駆動信号生成

部9からの駆動信号の出力先を切り換える。出力信号切換部19により出力先の決定された駆動信号は、アンプ141ないし144に供給される。

【0219】アンプ141ないし144は、それぞれ供給された駆動信号を増幅してモータ25Aおよび25Bを駆動するための電力信号を生成する。一方のアンプ141および142の出力端は互いに接続され、これにより得られる合成電力信号がモータ25Aを駆動する。また、他方のアンプ143および144の出力端も互いに接続され、これにより得られる合成電力信号がモータ25Bを駆動する。

【0220】このような図17の機能ブロックに従う具体的なハードウェア構成例が図18に示される。図18において、参照符号50はこのロボット制御装置のCPUであり、上記接続関係制御部5や命令解釈部1その他の機能を担う。このCPU50は、種々の処理を実行するためのプログラムを格納するROM51と、当該処理を実行するに際して用いるいわゆる作業用メモリとしてのRAM52とにバスを介して相互接続される。ROM51は上記命令記憶部2に、RAM52は設定記憶部18に相当する。

【0221】CPU50にはまた、SIO（シリアル入出力インターフェース）54が接続されており、このロボット制御装置と外部の設定装置16とのデータ信号の送受信が可能となっている。

【0222】上記アンプ駆動信号生成部9としては、CPU50からの指令を受け、当該指令に応じてアンプ141～144の駆動パルス列を発生するPWMジェネレータ53が適用される。

【0223】PWMジェネレータ53の出力信号は、上記出力信号切換部19としてのアナログスイッチ57に供給される。アナログスイッチ57は、一つのアナログ信号入力出力先の出力先を切り換えることが可能である。すなわち、アナログスイッチ57の入力PWM信号は、アンプ141ないし144のいずれかに中継される。

【0224】図19においては、上記アナログスイッチ57に代わって構成される図17の出力信号切換部19およびその周辺ブロックの詳細構成例が示されている。

【0225】かかる構成例における出力信号切換部19は、各軸のモータ25への出力信号を設定するための信号切換用のアドレスをデコードするためのデコードIC44と、PWMジェネレータ53からのPWMパルス列信号をアンプ141ないし144へと正しく出力するためのANDゲート群45と、設定記憶部18に記憶された設定内容に対応するデータ信号を保持してANDゲート群45の各入力端へと出力するラッチIC43とによ

って構成される。

【0226】なお、ラッチIC43の入力Data線やデコードIC44の入力アドレス線には、図20における接続関係制御部5からの信号が供給される。

【0227】かかるData線は、設定記憶部18に記憶されているアンプ装着ビットに応じた値を示し、アドレス線は、予め出力信号切換部19に割り振られているアドレスを示す。また、ANDゲート群45の一入力となる信号PWM1は、図17におけるアンプ駆動信号生成部9（図18におけるPWMジェネレータ53）から供給される。この信号PWM1は、アンプ141ないし144を命令解釈部1の出力指令信号に応じて駆動させるためのパルス幅変調信号である。

【0228】つぎに、この実施の形態4によるロボット制御装置の動作を図20のフローチャートを参照して説明する。

【0229】ステップS601では、ユーザがこのロボット制御装置に設けられている各モータ用のアンプ装着用スロット（図4参照）に、当該ロボットシステムに必要と目される数のアンプを装着し、設定装置16から例えばアンプ141ないし144とモータ25Aおよび25Bとの接続関係を、上記キースイッチ部41の入力操作によってロボット制御装置に、対応する指令を与えることによって、アンプ141ないし144のそれぞれをモータ25Aおよび25Bのどれに接続させるかを決定する。ここでも、実施の形態1と同じように装着スロットとモータとの接続関係は予め決められている。

【0230】ここで例えば、全てのスロットにアンプを12個全て装着したとする。このときユーザは、設定装置16から12個それぞれのアンプがモータそれぞれに対応して接続されていることを表すべく設定記憶部18における接続関係成立ビットを立てることによって、設定記憶部18にアンプとモータとの接続関係の情報を記憶する。

【0231】ステップS602では、ステップS601において設定された設定内容を接続関係制御部5が設定記憶部18に記憶する。ステップS603においては、接続関係制御部5が設定記憶部18に記憶された内容に従って出力信号切換部19を制御する。この制御は、図21に示されるサブルーチンによって行われる。

【0232】図21において、先ずステップS701では、ステップS601においてアンプ装着によって判明したモータとアンプとの接続関係が例えばつぎの表6のようになることが確認される。

【0233】

【表6】

35

| モータ\アンプ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| J1 | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | |
| J2 | | | | ○ | ○ | | | | | | | |
| J3 | | | | | | ○ | ○ | | | | | |
| J4 | | | | | | | | ○ | ○ | | | |
| J5 | | | | | | | | | | ○ | ○ | |
| J6 | | | | | | | | | | | | ○ |

注：表中○印がアンプ装着を表す。

【0234】実際には、アンプ1（アンプ番号1に対応するアンプ。以下同様）に対応するビットをLSBとし、アンプ12に対応するビットをMSBとし、表6中の○印がビットが立っていると判定される。これを2進表記した後に16進表記すれば、表7のように書くことができる。かかる表7のデータは、設定記憶部18に記憶される。ここで表6はモータとアンプとの接続関係を視覚的に表し、表7は表6の内容をビットデータとして読み取られるもの、と言い換えることができる。

【0235】

【表7】

| モータ | リット結果 |
|-----|-------|
| J1 | 0007H |
| J2 | 0018H |
| J3 | 0060H |
| J4 | 0180H |
| J5 | 0600H |
| J6 | 0800H |

【0236】なお、表6および表7においては、モータの数は6個、アンプの合計数は12個とされた例について示したものである。

【0237】ステップS702では、ステップS701にて読み取ったビットデータを図19におけるラッチIC43に書き込む。これによって、各軸のモータを制御するための制御信号（アンプ駆動信号）の出力先をANDゲート群45で各アンプに対し開放、遮断することが可能となる。故に、ステップS601にて設定されたアンプとモータの接続関係が電氣的に形成されることになる。

【0238】具体的な動作としては、例えば1軸目のアンプとモータの接続関係を示したデータが前述したような表7で表される0007Hであれば、デコードIC44のアドレス入力A、BおよびCを全て0にし、1軸目対応のラッチIC43を指定した後に0007Hのデータ信号をラッチIC43に書き込む。このようなラッチIC43の指定とデータの書き込みの動作は、図18に示されるようなCPU50にて行うことによって制御信号（アンプ駆動信号）の行き先をANDゲート群45で

開放、遮断することが可能となる。

【0239】かかるANDゲートの開放、遮断についての第1軸モータに関する真理値表を表8に示す。なお、2軸目以降も同様である。

【0240】

【表8】

| ビット番号 | ラッチ出力 | 制御信号 | ANDゲート出力 |
|-------|-------|------|----------|
| 1 | H | Q | Q |
| 2 | H | Q | Q |
| 3 | H | Q | Q |
| 4 | L | Q | L |
| 5 | L | Q | L |
| 6 | L | Q | L |
| 7 | L | Q | L |
| 8 | L | Q | L |
| 9 | L | Q | L |
| 10 | L | Q | L |
| 11 | L | Q | L |

30 【0241】この表8によれば、ビットがHとして設定されていなければ、各軸の制御信号はアンプへと出力されることはない。

【0242】ステップS703では、ステップS701および702におけるアンプとモータとの接続関係の設定に関して、全軸モータにつき完了しているかの確認が行われる。ここで、もし完了していれば図20のフローチャートにおけるステップS604へと移行し、未完であれば再度ステップS702へと戻ってつぎの軸についての処理を行う。かくして図21のサブルーチンにより、接続関係制御部5による設定記憶部18の記憶内容に従う出力信号切換部19の制御が遂行されたことになる。

40 【0243】図20に戻り、ステップS604では、ステップS601から603において設定されたアンプ141ないし144とモータ25Aおよび25Bとの接続関係により、一つのモータに対していくつのアンプが接続されたかが判明されているので、その判明された内容に基づいたロボット動作に適正なパラメータの設定を変更する。なお、ここでのパラメータの変更も、先述した実施の形態1による図6のフローチャートにおけるステ

36

ップS201から210の処理と同様の態様によって行われる。

【0244】ステップS605では、ステップS601から604まででロボット制御装置自身の設定が完了したため、その設定がユーザにとって間違いないものであるかを確認する。すなわち、設定装置16に現在のモータとアンプとの接続関係および各モータの動作に適正なパラメータの変更済みの値を表示させ、ユーザに当該設定内容の確認を促す。かかる確認で問題がなければ、ステップS606へ移行し、ユーザが設定に満足しない場合には、再度ステップS601へと戻り、ユーザが設定し直すこととなる。

【0245】ステップS606では、命令解釈部1がアンプ駆動信号生成部9に対して、モータ25Aおよび25Bをロボット動作としての回転駆動させるよう指令を発生し、ユーザプログラムが実行開始する。

【0246】この実施の形態4によるロボット制御装置は以上のように構成されているので、つぎのような作用効果を奏する。

【0247】すなわち、この装置によれば、ユーザにより任意かつ容易にアンプとモータとの接続関係を設定することができるので、実際に必要とされる容量がロボットに要求される動作速度からして小さくて良いときには、ユーザの簡単な判断で適宜アンプをロボット制御装置に対してモータ毎に当該モータに適した少ない数となるよう設定することによって、無駄なアンプの数量を削減することができる。

【0248】また、アンプとモータとの接続関係をアンプ装着用スロットへと装着するだけでハードウェア的に決定できるので、ユーザにとっては使い勝手がよく、さらに上記の通りロボット制御装置がアンプとモータの接続状態を設定装置に表示するため、ユーザにとっては自分の設定を容易に確認でき、配線の変更やパラメータの設定が不要となる。

【0249】さらに付言すれば、アンプの数をユーザの必要なシステムに応じて設定できるため、ロボット制御装置は同一のままでアンプの数を増減させることにより小型ロボットから中型ロボット、ひいては大型ロボットまで全て同様に制御することが可能となる。

【0250】なお、これまで説明した実施の形態においては、アンプの容量（定格出力または最大電流）を統一させるものとして説明したが、かかる統一される容量はある程度の許容範囲内であれば、相当の効果を発揮するものである。

【0251】この他にも、上記各実施の形態においては種々の手段を限定的に説明したが、当業者の設計可能な範囲にて適宜改変することも可能である。

【0252】

【発明の効果】以上詳述したように、この発明に係るモータ制御装置によれば、ハードウェア的にアンプの着脱

自在なアンプ接続部にモータに対応づけて接続されたアンプの数によって当該モータの動作パラメータが変更されるので、ユーザの簡単な判断で適宜アンプをモータ制御装置に対してモータ毎に当該モータに適した数（例えばユーザ所望のモータスピードが満たされる数）となるよう着脱することによって、使用するアンプ数を必要最低限に抑えることができ、購入するアンプの数も減ってシステムの価格も下げることができると同時に、ユーザの希望通りのシステムを構築することができる。また、モータ制御装置のメーカ側においても管理するアンプの在庫の種類を統一させておくことができ、必要以上に多くの在庫をもつことがないために管理費が下がり、さらにメンテナンス性も向上する。

【0253】つぎの発明に係るモータ制御装置によれば、検知されたアンプの出力とモータの入力信号系との接続状態に応じてモータの動作パラメータが変更され、モータに適した所望のモータ駆動制御が行われる。これにより、アンプの数を変更することによって、自動的にロボット制御装置が動作パラメータを更新するため、ユーザにとってはシステム全体を変更したとしても、煩雑な作業は発生せず、立ち上げ時間の短縮が大いに図れることとなる。

【0254】つぎの発明に係るモータ制御装置によれば、ソフトウェア的にユーザ操作部を有する設定手段によりモータに対応するアンプおよびその数が設定されてモータとアンプとの接続関係が定められるので、ユーザの簡単な判断で適宜アンプをモータ制御装置に対してモータ毎に当該モータに適した数（例えばユーザ所望のモータスピードが満たされる数）となるよう操作設定することによって、使用するアンプ数を必要最低限に抑えることができ、購入するアンプの数も減ってシステムの価格も下げることができると同時に、ユーザの希望通りのシステムに設定することができる。また、上記発明による効果と同様、管理費の削減およびメンテナンス性の向上についても有効となる。しかも、かかる設定手段による設定内容に応じたアンプの接続がモータ制御装置において自動的になされるので、アンプそのものの取り外しや装着に手間を取られることなくユーザにとって作業が大きく軽減される。

【0255】つぎの発明に係るモータ制御装置によれば、設定されたアンプの出力とモータの入力信号系との接続状態に応じてモータの動作パラメータが変更され、モータに適した所望のモータ駆動制御が行われるので、ユーザは、かかる接続状態に対するモータ制御装置の適正化に手間を掛ける必要がなくて好ましい。

【0256】つぎの発明に係るモータ制御装置によれば、モータの動作パラメータが告知され、ユーザの設定動作が支援されるので、さらにユーザの操作性が向上することとなる。

【0257】つぎの発明に係るモータ制御装置によれば

ば、検査されたモータとアンプとの実際の接続関係に基づいて適正に当該モータが駆動制御されるので、より安全なモータシステムが構築できる。

【0258】つぎの発明に係るモータ制御装置によれば、設定された内容が実際上不適格であるか否かが判断され、モータとアンプとの実際の接続関係に基づいた適正なモータ駆動制御がなされるので、設定手段による設定内容に対して自動で設定ミスの確認を行うためにユーザの設定ミスによってシステムの不具合や設定作業の遅れ等を回避することができ、当該システムのいわゆる立ち上げなどにかかる時間が従来のものと比べて大幅に短縮することが可能となる。

【0259】つぎの発明に係るモータ制御装置によれば、手動スイッチによりモータに対応するアンプおよびその数が設定されてモータとアンプとの接続関係が定められるので、ユーザの簡単な判断で適宜アンプをモータ制御装置に対してモータ毎に当該モータに適した数（例えばユーザ所望のモータスピードが満たされる数）となるよう手動スイッチを操作設定することによって、使用するアンプ数を必要最低限に抑えることができ、購入するアンプの数も減ってシステムの価格も下げることができると同時に、ユーザの希望通りのシステムに設定することができる。また、上記発明による効果と同様、管理費の削減およびメンテナンス性の向上についても有効となる。しかも、かかる手動スイッチによる設定だけでアンプの接続がモータ制御装置においてなされるので、アンプそのものの取り外しや装着に手間を取られることなくユーザにとって作業が大きく軽減される。

【0260】つぎの発明に係るモータ制御装置によれば、手動設定されたアンプの出力とモータの入力信号系との接続状態に応じてモータの動作パラメータが変更され、モータに適した所望のモータ駆動制御が行われるので、ユーザは、かかる接続状態に対するモータ制御装置の適正化に手間を掛ける必要がなくて好ましい。

【0261】つぎの発明に係るモータ制御装置によれば、手動スイッチによる接続関係切換え後にアンプの出力とモータの入力信号系との実際の接続関係を検査し、その検査結果としてのモータとアンプとの実際の接続関係に基づいて適正に当該モータが駆動制御されるので、より安全なモータシステムに設定できる。

【0262】つぎの発明に係るモータ制御装置によれば、手動設定された内容が実際上不適格であるか否かが判断され、モータとアンプとの実際の接続関係に基づいた適正なモータ駆動制御がなされるので、手動スイッチによる設定内容に対して自動で設定ミスの確認を行うためにユーザの設定ミスによってシステムの不具合や設定作業の遅れ等を回避することができ、当該システムのいわゆる立ち上げなどにかかる時間が従来のものと比べて大幅に短縮することが可能となる。

【0263】かくして本発明によれば、ユーザが構築し

たいモータシステムに合わせてモータの動作パラメータを任意にかつ効率良く変更することができしかもメンテナンス性とコストパフォーマンスとに優れたモータ制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態によるモータ制御装置が適用されたロボット制御装置の基本的構成を示す機能ブロック図である。

【図2】 図1のロボット制御装置の具体的ハードウェア構成図である。

【図3】 図1のロボット制御装置におけるアンプ装着検出部7の一部の構成を示す詳細図である。

【図4】 図1のロボット制御装置の外観図である。

【図5】 図1のロボット制御装置のアンプ・モータ接続関係の検出およびモータに対する動作パラメータの設定動作を示すフローチャートである。

【図6】 図1のロボット制御装置のモータに対する動作パラメータを変更し設定する処理の手順を示すフローチャートである。

【図7】 図1のロボット制御装置におけるモータ駆動系に係る伝達関数に基づいて形成されるブロック図である。

【図8】 本発明の一実施の形態によるモータ制御装置が適用されたロボット制御装置の基本的構成を示す機能ブロック図である。

【図9】 図8のロボット制御装置の具体的ハードウェア構成図である。

【図10】 図8のロボット制御装置に適用される設定装置の詳細な構成を示す機能ブロック図である。

【図11】 図8のロボット制御装置のアンプ・モータ接続関係の検出およびモータに対する動作パラメータの設定動作並びに検出された接続関係のチェック処理を示すフローチャートである。

【図12】 本発明の一実施の形態によるモータ制御装置が適用されたロボット制御装置の基本的構成を示す機能ブロック図である。

【図13】 図12のロボット制御装置の具体的ハードウェア構成図である。

【図14】 図12のロボット制御装置におけるアンプ装着検出部の構成を示す詳細図である。

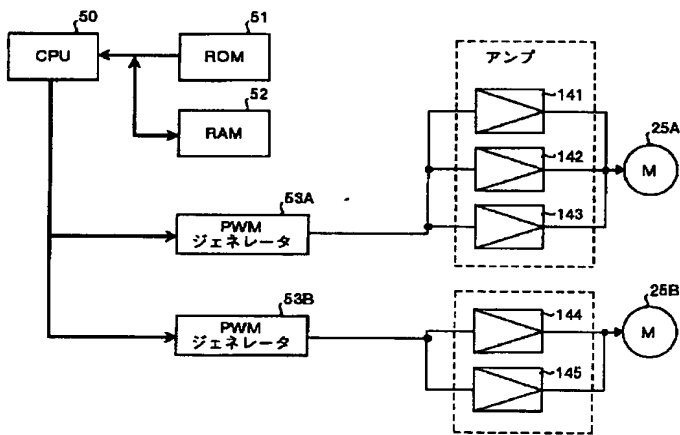
【図15】 図12のロボット制御装置のアンプ・モータ接続関係の設定およびモータに対する動作パラメータの設定動作を示すフローチャートである。

【図16】 図15における接続関係制御部による初期設定処理の詳細を示すフローチャートである。

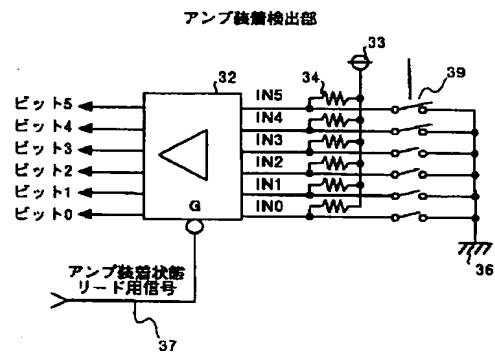
【図17】 本発明の他の実施の形態によるモータ制御装置が適用されたロボット制御装置の基本的構成を示す機能ブロック図である。

【図18】 図17のロボット制御装置の具体的ハードウェア構成図である。

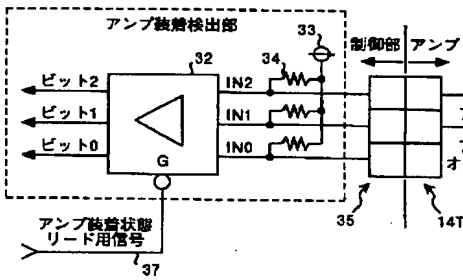
【図2】



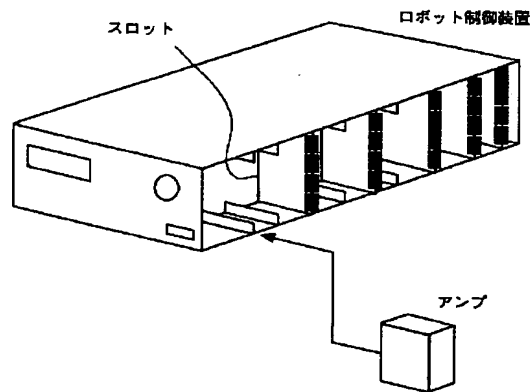
【図14】



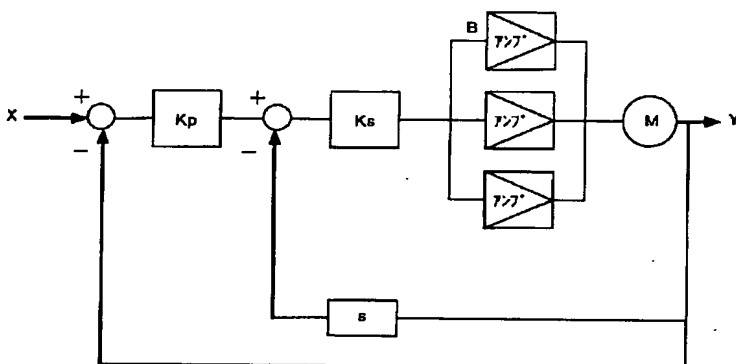
【図3】



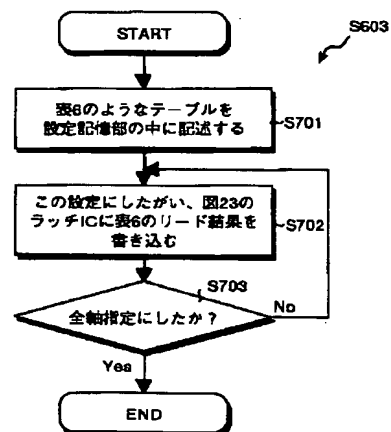
【図4】



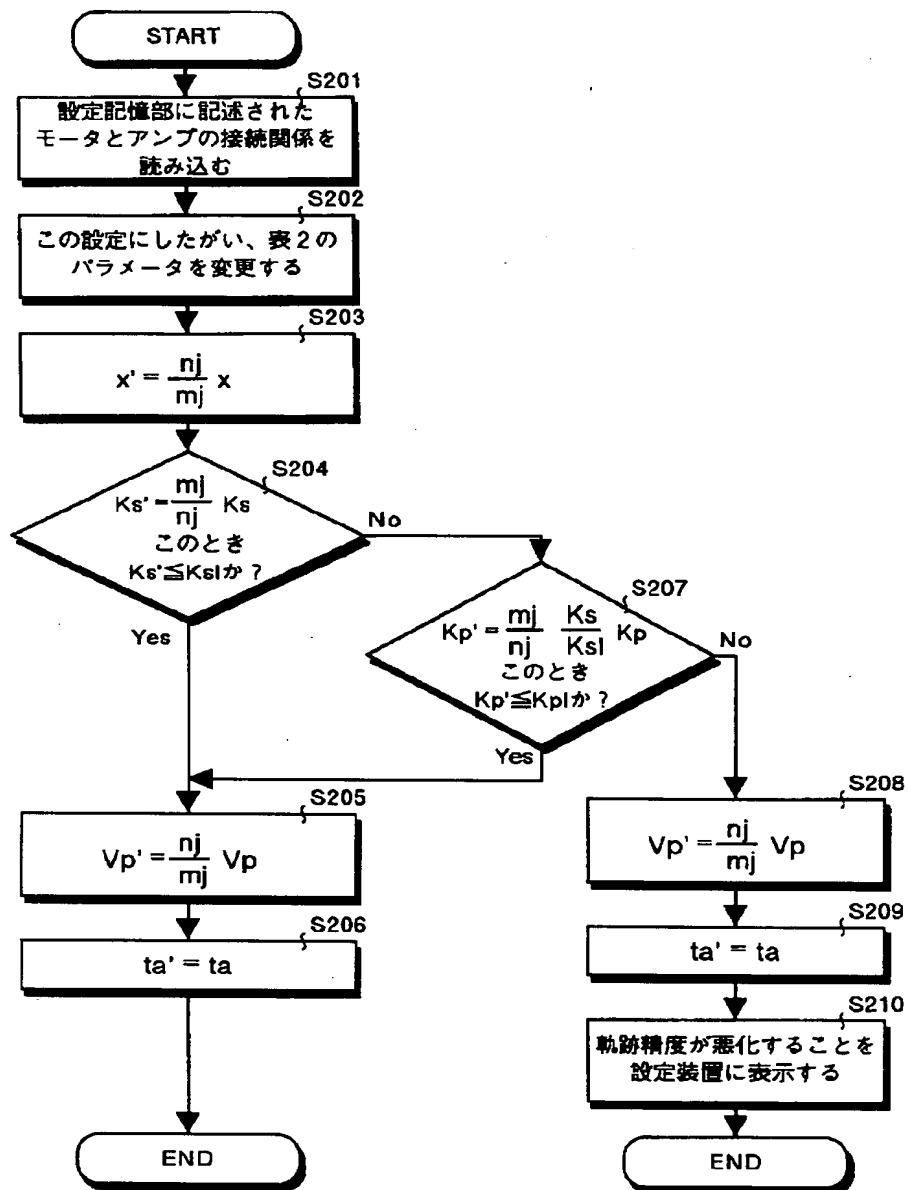
【図7】



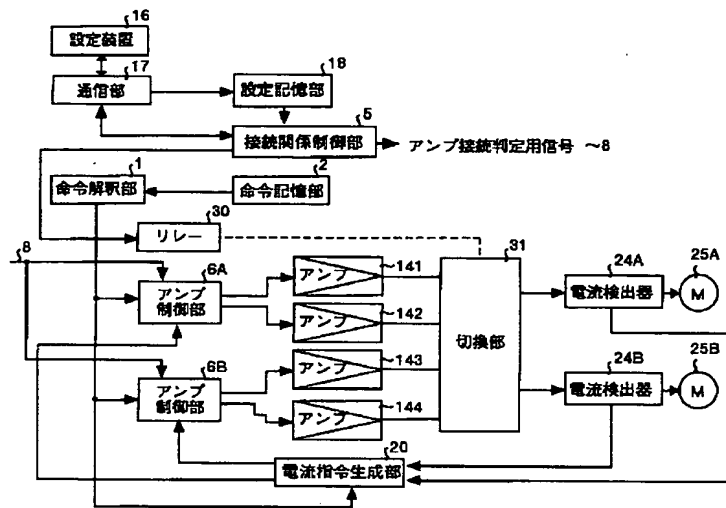
【図21】



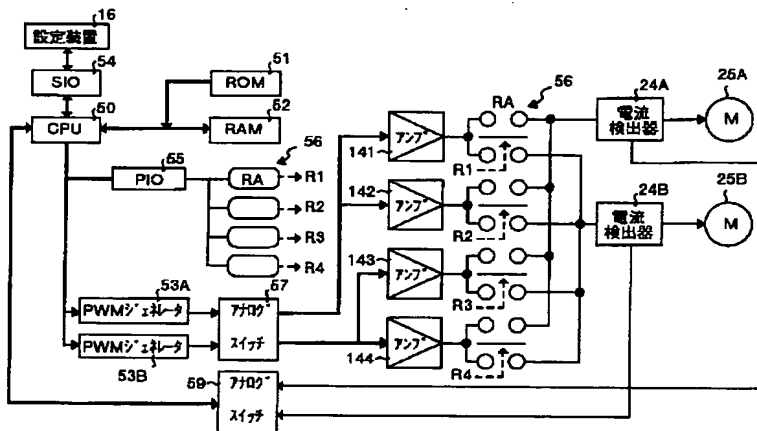
【図6】



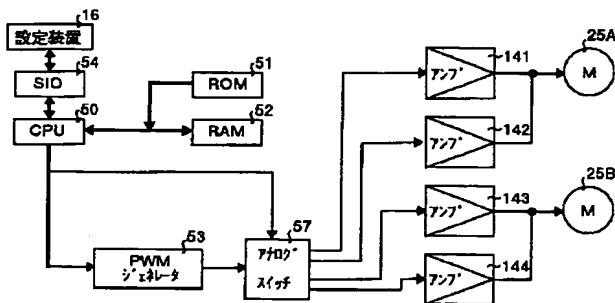
【図8】



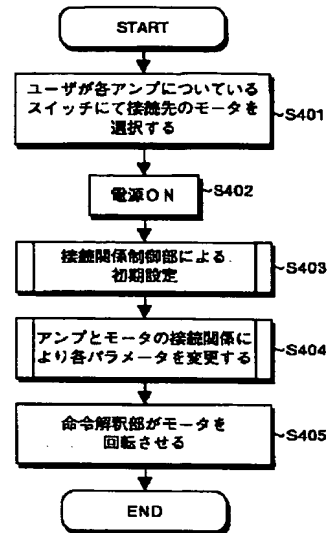
【図9】



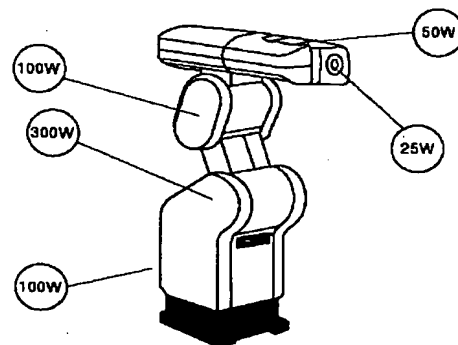
【図18】



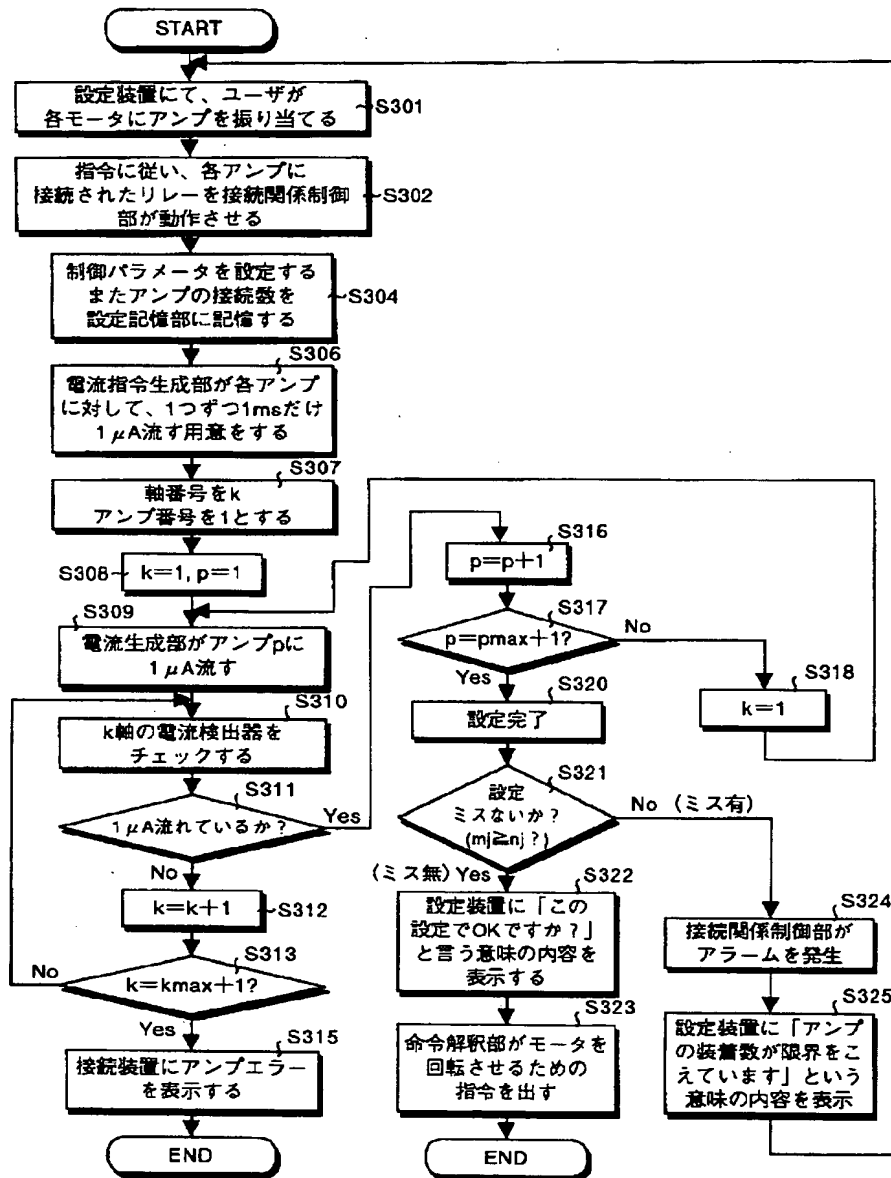
【図15】



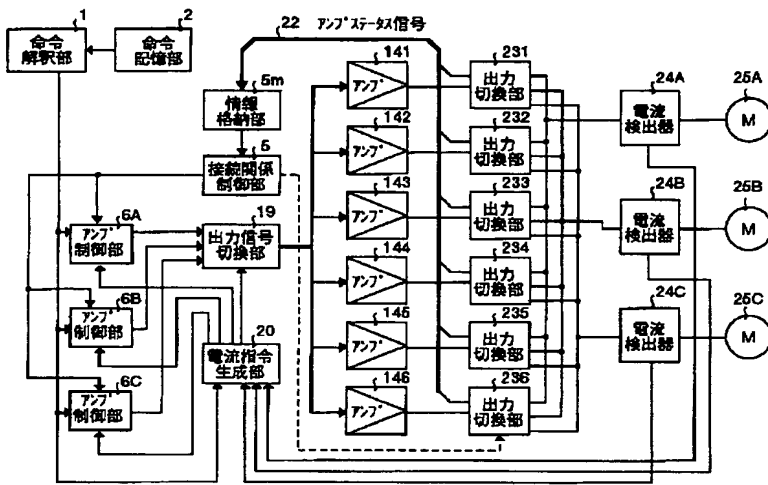
【図23】



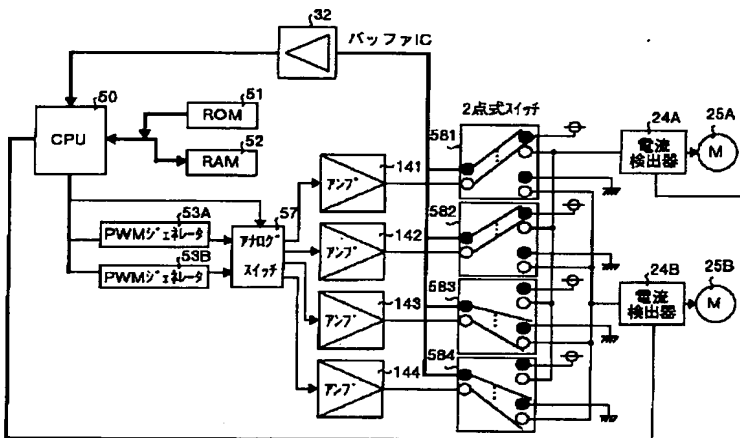
【図11】



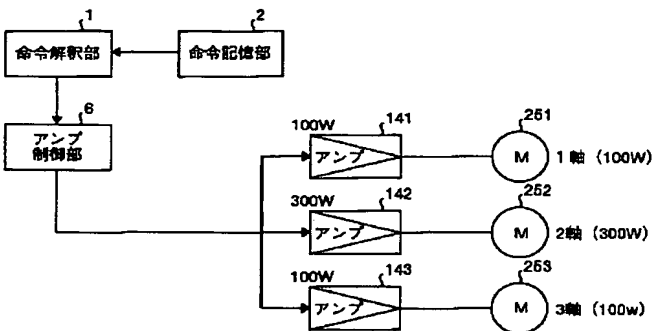
【図12】



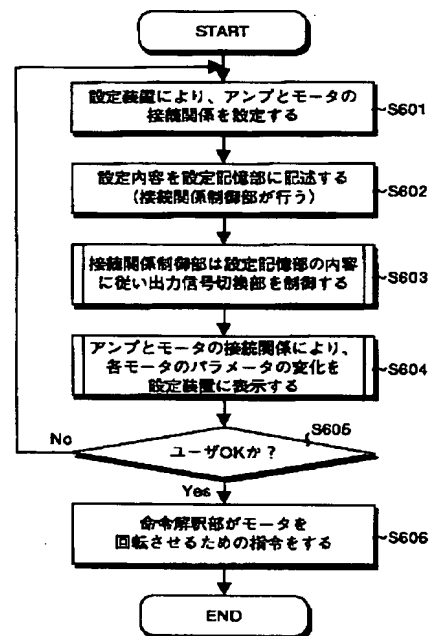
【図13】



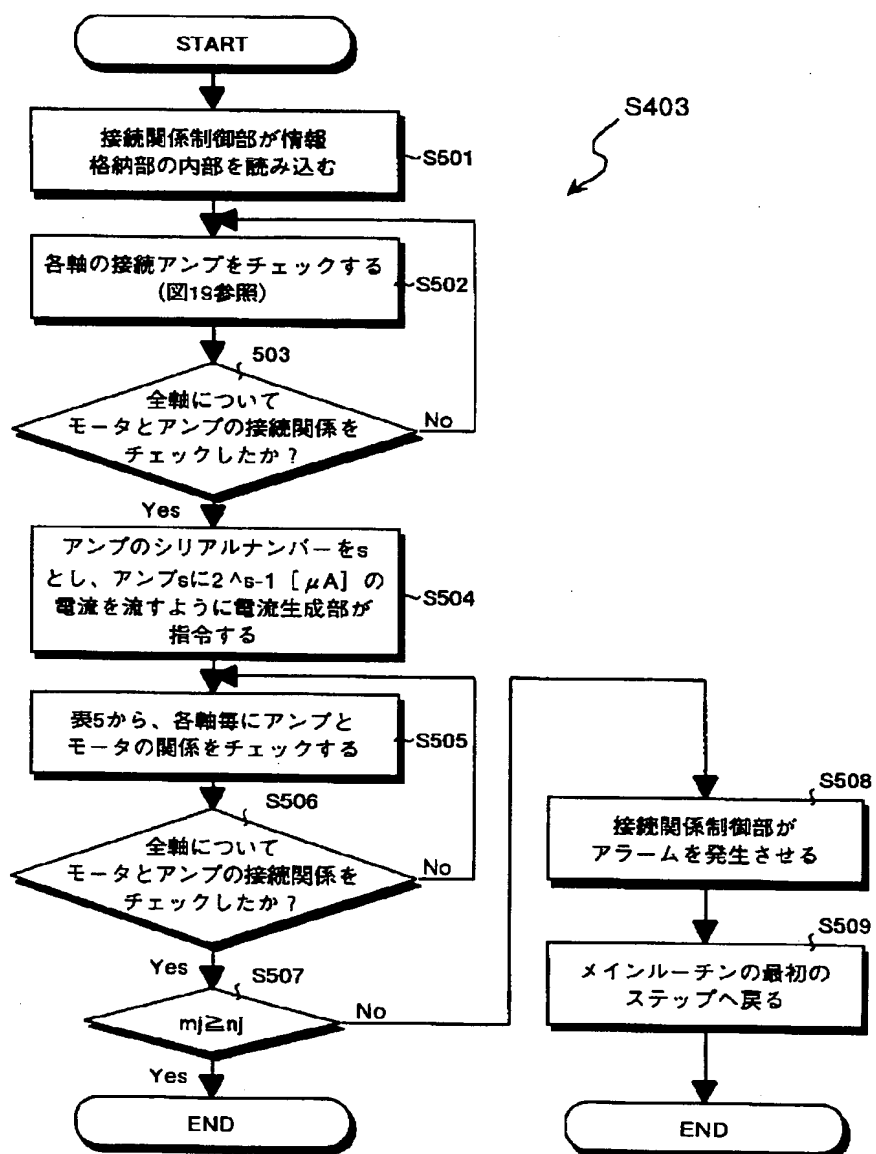
【図22】



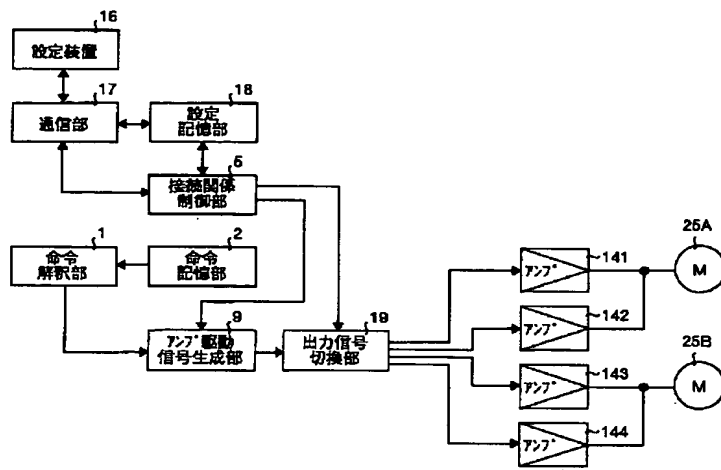
【図20】



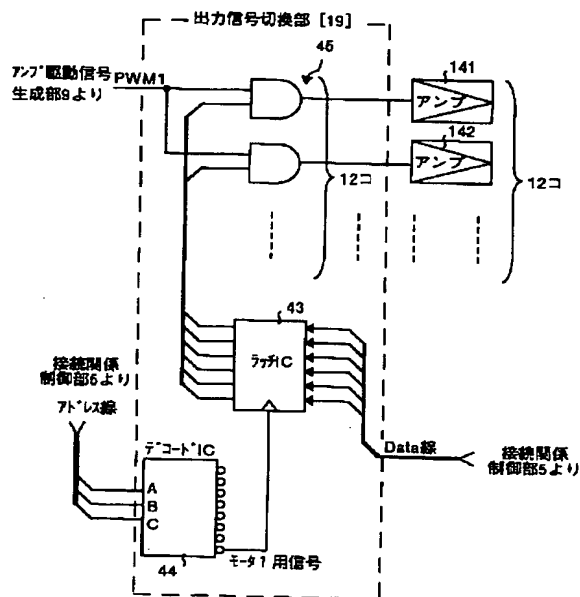
【図16】



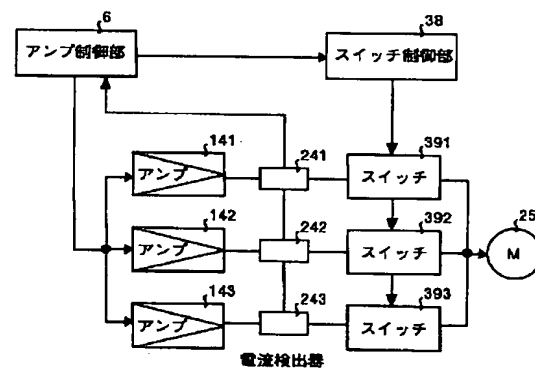
【図17】



【図19】



【図24】



命令解釈部 (1) ← 命令記憶部 (2)

命令解釈部 (1) → アンプ制御部 (6)

アンプ制御部 (6) → スイッチ制御部 (38A)

アンプ制御部 (6) → スイッチ制御部 (38B)

全て40W アンプ (141, 142, 143)

全て40W アンプ (144, 145)

電流検出器

スイッチ (391, 392, 393)

スイッチ (394, 395)

120W 25A (M)

80W 25B (M)